

VORMING VAN THYLLEN IN GEVELD BEUKENHOUT

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN
DOCTOR IN DE LANDBOUWKUNDE
OP GEZAG VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS
IR C. BROEKEMA, HOOGLEERAAR IN DE VER-
EDELING VAN LANDBOUWGEWASSEN, TE VER-
DEDIGEN VOOR EEN DAARTOE BENOEMDE
COMMISSIE UIT DEN SENAAT DER LANDBOUW-
HOOGESCHOOL OP DINSDAG 26 OCTOBER 1937
TE DRIE UUR DOOR

K. EBES



H. VEENMAN & ZONEN — WAGENINGEN

STELLINGEN

I

Vorming van thyllen in geveld beukenhout kan worden voorkomen, door de boomen in de winter te vellen, en het hout door snel uitdrogen te dooden.

II

De meening van TUSZON, dat thyllenvorming in geveld beukenhout uitsluitend afhankelijk is van de aanwezigheid van schimmels in het hout, is waarschijnlijk niet juist; het tegendeel is echter niet te bewijzen.

III

In het rationeel geëxploiteerde cultuurbosch kan, op grond van houtteeltkundige en bedrijfseconomische overwegingen, schade door wild niet worden geduld.

IV

Bij het vaststellen van een redelijk stukloon verdient de arbeidsanalyse met behulp van tijdstudies de voorkeur boven de statistische methode.

V

Voor het verkrijgen van takvrije stammen, is in uitkapbosch op snoeien het eenige middel.

VI

Er is geen reden, om de obligate parasiet *Rhabdocline pseudotsugae*, naar aanleiding van de invoering van het begrip thryptophytie door LANGNER, in een andere groep onder te brengen.

VII

De cyclische mycotrophie bij *Erica spec.* (RAYNER) is door FREISLEBEN afdoende weerlegd.

VIII

Niet alleen op grond van de overbevolking der Universiteiten en Hoogescholen, is een beperking van het recht tot het afleggen van examens gewenscht.

IX

De door GUREWITSCH gegeven verklaring van het verschil in verkleuring van de dermatogeenring, het plerom en het daartusschen gelegen peribleem in de kiemwortel van *Triticum spec.* bij reductie van dinitrobenzeen en toevoegen van ammoniak, is onvoldoende, misschien wel onjuist.

X

Bij de berekening van de ondernemerspremie in het boschbedrijf wordt onvoldoende rekening gehouden met de waardeverandering van de geldeenheid.

XI

De beste verdediging van het Nederlandsch-Indische kinamonopolie ligt in een ruime beschikbaarstelling van kinine tegen een zoo laag mogelijke prijs.

XII

Op het feit, dat de ontwikkeling van de boschbouwwetenschap in Nederland ernstig wordt belemmerd door het ontbreken van een proefhoutvesterij, verbonden aan het Instituut voor Boschbouwkundig onderzoek te Wageningen, kan niet dikwijls genoeg worden gewezen.

XIII

In de practische boschbouw is hier te lande de regeneratie van het *Calluneto-Genistetum* langs natuurlijke of kunstmatige weg tot de oorspronkelijke climaxformatie, het *Querceto-Betuletum* of *Querceto-Carpinetum Stellarietosum*, economisch niet te verdedigen.

XIV

De economische beteekenis van het bosch in Nederland is niet zoodanig, dat deze in crisistijd een financieele steun aan de boschbouw kan motiveeren.

XV

Ook de goudclausule biedt geen afdoende bescherming tegen de gevolgen van devaluatie.

VOORWOORD

Het is mij een behoefte, bij de voltooiing van dit proefschrift, mij met een woord van warme dank en erkentelijkheid te wenden tot allen, die bijdroegen aan mijn wetenschappelijke vorming.

Hooggeleerde TE WECHEL, het onderwijs, dat ik van U mocht ontvangen, heb ik zeer gewaardeerd. Uw critische opmerkingen bij de vele besprekingen, die ik met U over dit onderzoek mocht voeren, zijn mij van zeer veel nut geweest.

Hooggeleerde BEEKMAN, van Uw heldere colleges op zoo zeer verschillend gebied heb ik bijzonder genoten.

Hooggeleerde JAGER GERLINGS, de vele onder Uwe leiding gemaakte excursies behooren tot de aangenaamste herinneringen uit mijn studietijd.

U, Hooggeleerde QUANJER, dank ik zeer voor de vele goede raadgevingen en voor de belangstelling, die Gij steeds voor mijn werk op Uw laboratorium betoondet.

Hooggeleerde JESWIET, Uwe inzichtverhelderende voordrachten op plantensystematisch en plantensociologisch gebied legden voor mij verband tusschen de zuivere en de toegepaste botanie.

Ik heb het steeds als een voorrecht beschouwd, Zeergeleerde VAN VLOTEN, van Uw rijke ervaring op mycologisch gebied te mogen profiteeren. In de uren, die ik in Uw werkkamer doorbracht, heb ik veel van U geleerd. Voor Uw hulp bij dit onderzoek moge ik U nogmaals hartelijk dankzeggen.

Zeergeleerde GOUWENTAK, een bijzonder woord van dank tot U voor de prettige samenwerking op het laboratorium voor plantkunde, waardoor ik aan mijn werkkring als assistent steeds met veel genoegen zal terugdenken.

Voor de bereidwilligheid, waarmede mij de voor dit onderzoek benodigde, dikwijls kostbare instrumenten ten gebruike zijn afgestaan, en voor de gastvrijheid, die ik op de verschillende laboratoria mocht genieten, is een woord van warme dank zeker op zijn plaats. In het bijzonder geldt dit Prof. Dr H. A. BLAAUW, beheerder van het laboratorium voor Plantenphysiologisch Onderzoek, en Prof. Ir A. M. SPRENGER, van het laboratorium voor Tuinbouwplantenteelt, die mij geruimen tijd ruimten van lage temperatuur ter beschikking stelden, verder Prof. Dr Ir S. C. J. OLIVIER, van het laboratorium voor Organische Chemie, zonder wiens medewerking een deel van dit onderzoek niet mogelijk zou zijn geweest.

Hooggeachte Heer STAF, geen moeite was U te veel, om mij belangeloos en te allen tijde te helpen aan het voor dit onderzoek benodigde materiaal. Het zij mij vergund, U nogmaals mijn bijzondere dank en waardeering voor de in Uwe bosschen verleende gastvrijheid te betuigen.

En tenslotte, Gij allen Heeren leden van het personeel van de vele laboratoria, waar ik heb mogen werken, een woord van dank voor Uwe onmisbare hulp bij de behandeling van het dikwijls zeer bewerkelijke materiaal van dit onderzoek, welke hulp zeker tot het welslagen ervan heeft bijgedragen. Het is mij niet mogelijk U allen met name te noemen; ik moge een uitzondering maken voor de Heeren B. W. SMIT, J. M. J. SMIT en J. W. GIJSBERS van het laboratorium voor Plantkunde en de Heeren E. STACHHOUWER en H. A. RIGHOLT, van de afdeeling Boschexploitatie, die met bijzondere toewijding steeds voor mij klaar stonden.

INLEIDING

De na 1930 ingetreden algemeene crisis deed ook haar invloed in de boschbouw gevoelen, en was oorzaak, dat er naar middelen moest worden omgezien, die het afzetgebied van inlandsch hout zouden kunnen vergrooten. Van Regeeringszijde werd daartoe o.m. een commissie in het leven geroepen, die tot taak had, de gebruikswaarde van inheemsch eiken-, beuken- en grenenhout tegenover tropisch hout te onderzoeken.

Een van de producten, waarvan de afzetmogelijkheid het sterkst achteruitliep, was het beukenhout. Beukenhout wordt voor vele doeleinden gebruikt, niet het minst voor dwarsliggers en wisselhout, en heeft althans in het buitenland, zijn bruikbaarheid daarvoor bewezen.¹⁾

Met teerolie goed geïmpregneerde beuken liggers hebben een lange levensduur en zijn duurzamer dan uit andere houtsoorten vervaardigde liggers, blijkens onderstaande, aan MAHLKE TROSCHEL²⁾ ontleende, tabel.

GEMIDDELDE LEVENSDUUR VAN DWARSLIGGERS IN JAREN

Houtsoort	Ongeïmpregneerd	Geïmpregneerd met teerolie	Geïmpregneerd met andere stoffen
Eik	12-15	25	15-20
Beuk	2,5-3	30	10-16
Grenen	6-8	20	10-15
Lariks	8-10	20	15-20

In Nederland wordt de beuken ligger slechts weinig toegepast, de Nederlandsche Spoorwegen hebben er slechte ervaringen mee opgedaan en men besloot de aankoop van beuken liggers geheel stop te zetten.

Een deel van de oorzaken van deze slechte ervaringen ligt in het feit, dat er liggers zijn gebruikt, die niet goed geïmpregneerd waren³⁾. Beukenhout heeft nl. de eigenschap om, onder bepaalde omstandigheden, na de velling thyllen te vormen, die de houtvaten verstoppert, en een goed doordringen van de teerolie in het hout onmogelijk maken.

In 1935 was de voorzitter der commissie, Prof. A. TE WECHEL, zoo vriendelijk mij opmerkzaam te maken op dit probleem, en in overleg met dezen en werd besloten, in het laboratorium voor Plantenkunde

¹⁾ LIESE, J., Over de duurzaamheid van met teerolie geïmpregneerde dwarsliggers uit beukenhout. (Vert. TE WECHEL, Ned. Boschb. Tijdschr. 1934, 5, 146-156.)

²⁾ MAHLKE TROSCHEL, Handbuch der Holzconservierung, 2e Aufl., pag. 338 e.v., Berlin, 1928.

³⁾ Rapport van de Commissie voor onderzoek naar de gebruikswaarde van inlandsch eiken-, beuken- en grenenhout tegenover tropisch hout, tweede deel, pag. 11 e.v. 1937. Alg. Landsdrukkerij.

een onderzoek te beginnen naar de omstandigheden, waaronder deze thyllenvorming optreedt, waarbij vooral de vraagstukken uit de praktijk als richtsnoer dienden. In verband hiermede is het onderzoek beperkt gebleven tot het nagaan van de invloed van de vellingstijd op de vorming van thyllen, de invloed van de temperatuur, de invloed van schimmels en de invloed van het vochtgehalte.

HOOFDSTUK I

LITERATUUR, METHODIEK

Over de vorming van thyllen in geveld beukenhout waren slechts weinig exacte gegevens te vinden. Het oudste, mij bekende onderzoek is dat van TUSZON uit het jaar 1905¹⁾, waarin hij, op grond van vrij onnauwkeurig beschreven experimenten tot de conclusie komt, „dass die Parenchymzellen des Holzes ausschliesslich durch die einwirkung der Pilzfäden zur Thyllenburgung angeregt werden, welche in den, von Pilzen angegriffenen Teilen mehr oder weniger einheitlich vor sich geht, und offenbar durch die Wirkung der, von den Pilzfäden herrührenden und sich in den Holzzellen verbreitenden Fermenten, hervorgerufen wird.“ Kortweg: geen schimmels, geen thyllen.

De meening van TUSZON werd reeds in 1910 door MÜNCH²⁾ bestreden; deze meent, dat ook in steriel beukenhout thyllenvorming optreedt. Het opstel van MÜNCH heeft echter niet de aandacht getrokken, die het verdiende; na 1910 worden de resultaten van TUSZON nog door vele auteurs [SAMITCA³⁾, BUB BODMAR und TILGER⁴⁾, MAHLKE TROSCHEL⁵⁾ e.a.] zonder nader onderzoek aanvaard.

MÖRATH⁶⁾ meende in 1931 nogmaals de vorming van thyllen onder invloed van schimmels te kunnen aantoonen; hij volgde echter een onjuiste methode, waarop door ROHDE⁷⁾ bereids gewezen werd.

Een tweede onderzoek, waaruit eenige gegevens konden worden geput over de vorming van thyllen in beukenhout, was dat van BROEK-

¹⁾ TUSZON, J., Anatomische und mykologische Untersuchungen über die Zersetzung und Konservierung des Rotbuchenholzes, Berlin, 1905.

²⁾ MÜNCH E., Ueber krankhafte Kernbildung. Nat. Wiss. Zeitschr., 8e Jrg., 1910, H. 12, blz. 555 e.v.

³⁾ SAMITCA, E. R., Notes sur la conservation des traverses en hêtre, Paris, 1911.

⁴⁾ BUB BODMAR und TILGER, Die Konservierung des Holzes in Theorie und Praxis, Berlin, 1922.

⁵⁾ MAHLKE TROSCHEL, Handbuch der Holzkonservierung, Berlin, 1928.

⁶⁾ MÖRATH, E., Der Frostkern der Buche. Deutsch. Forstwirt 13, 1927, 213-215.

⁷⁾ ROHDE, TH., Die Frostkernfrage. Mitt. aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft 1933, 605 e.v.

HUIZEN¹⁾. Deze werkte vooral met dunne takken, (wat mogelijk ten opzichte van werkhout verschil zou kunnen maken) van verschillende boomsoorten, o.a. van beuk, en ging de verschillende oorzaken van thyllenvorming na. Hij kwam, op grond van een hieronder gedeeltelijk geciteerde tabel (tabel 1), tot de conclusie, dat er „duidelijke samenhang blijkt tusschen de temperatuur, de sapstroom, het uitloopen der knoppen en het vermogen om thyllen en wondgom te vormen”.

TABEL 1

Datum van injectie	Controle na dagen	Thyllenvorming na injectie met:				Temperatuur ged. de injectie periode		Opmerkingen betreffende het uitloopen der knoppen en de ontplooiing der bladeren, op de dag van onderzoek
		HCl 0,37%		Eosine		Gem. dag-temp. in °C.	Min. dag-temp. in °C.	
		Naar de top van de tak over mm	Schattingcijfer	Naar de top van de tak over mm	Schattingcijfer			
3-III	27	25	0	10	0	4,3	-0,3	geen uitw. teeken van groei
8-III	26	25	1	20	1/2	4,6	-0,2	geen uitw. teeken van groei
22-III	33	25	1	15	0	6,8	0,7	enkele knoppen schuiven uit
3-IV	35	55	4	20	3	9,5	2,8	boom volop in blad
5-IV	29	70	3	15	2	9,5	2,5	item, begint te bloeien.

„Samenvattend” zegt BROEKHUIZEN o.m. „over het ontstaan van thyllen in het algemeen, dat het binnendringen van lucht in de vaten niet van invloed is, noch door het spanningsverschil, dat er ontstaat, noch door het zuurstofgehalte. Evenmin is het ophouden van de waterstroom een oorzaak voor thyllenvorming, omdat thyllen ook kunnen worden gevormd in vaten, waarin de waterstroom niet is onderbroken²⁾. Wel kan geconstateerd worden, dat de waterstroom min of meer remmend optreedt, echter niet absoluut, zooals LOHSE meent.”

BROEKHUIZEN maakt geen melding van een in 1923 gepubliceerd onderzoek van KLEIN³⁾, waarin deze, op grond van uitvoerige experimenten, tot de conclusie komt, dat de vorming van een thylle door een parenchymcel slechts afhankelijk is van de omstandigheid, of deze parenchymcel al dan niet grenst aan lucht. Zoolang dit niet het geval is, zal er geen thylle gevormd worden. Maar ook KLEIN's onderzoek is niet volledig, hij heeft geen rekening kunnen houden met een opstel van LOHSE⁴⁾, gelijk hij schrijft: „Die Abhandlung von LOHSE konnte leider nicht berücksichtigt werden da sie mir nicht zugänglich war”.

¹⁾ BROEKHUIZEN, S., Wondreacties van hout. Diss. Utrecht 1929, pag. 32 e.v.

²⁾ Het is bijna overbodig, om op de onjuistheid van deze conclusie te wijzen, het eene feit sluit het andere niet uit.

³⁾ KLEIN, G., Zur Aetiologie der Thyllen. Zeitschr. f. Botanik 1923, 15, 8, 418-439.

⁴⁾ LOHSE, R., Entwurf einer Kritik der Thyllenfrage. Jahrb. d. Ph. Fac. der Un. Leipzig f. d. J., 1920, 2e Halbjhrst. (Referaat).

LOHSE kwam in 1924 nogmaals op de vorming van thyllen terug ¹⁾ en daarbij doet zich het merkwaardige feit voor, dat LOHSE ditmaal KLEIN's opstel niet heeft gezien, mogelijk doordat beide stukken kort na elkaar verschenen. LOHSE nu meent, dat thyllen gevormd worden door correlatieve weefselspanningsverschillen. Hun vorming zou nooit veroorzaakt worden door uitwendige factoren, deze zouden de thyllenvorming wel soms stimuleeren, maar meestal zouden ze haar remmen. De oorzaak van de weefselspanningsverschillen zoekt LOHSE of in het ontstaan van nieuwe oppervlakken, of in het zelfstandiger worden van cellen of weefsels ten gevolge van het ouder worden der geheele plant of van in de buurt liggende complexen.

Zoo zijn dus de meeningen over de oorzaken voor thyllenvorming nog zeer verdeeld.

Uit de praktijk van het impregneeren was bekend, dat, vooral bij warm weer, in slecht drogend beukenhout thyllen worden gevormd. Voor de levering van niet geïmpregneerde dwarsliggers aan de Deutsche Reichsbahn Gesellschaft ²⁾ is dan ook voorgeschreven, dat de liggers direct na de velling van de stam moeten worden vervaardigd, en zoo spoedig mogelijk geleverd; dat het hout in de wintermaanden geveld moet zijn, en dat tusschen velling en levering bij beukenliggers niet meer dan 8 maanden mag verlopen. Beuken liggers, later dan 15 Juli verzonden, worden onder geen voorwaarde geaccepteerd.

In verband met deze voorschriften, en met de feiten, die over de vorming van thyllen, speciaal bij beuk, bekend waren, werd het onderzoek gelijk reeds gemeld, gesplitst in:

- 1e een onderzoek naar de invloed van het tijdstip van velling, dus, of er in de jaarcyclus van de boom een periode is, waarin het vermogen om thyllen te vormen ontbreekt.
- 2e een onderzoek naar de invloed van de temperatuur, bij zoo mogelijk constant vochtgehalte.
- 3e een onderzoek naar de invloed van schimmels op de vorming van thyllen.
- 4e een invloed van het vochtgehalte van het hout, bij zoo mogelijk optimale temperatuur.

Aanvankelijk werd gewerkt met 5 parallellen; later, nadat gebleken was, dat het materiaal vrij homogeen reageerde, met het oog op werkbesparing, met 3 parallellen.

Het onderzoek begon in December 1935; de vellingen hadden in verband met het onderzoek naar de invloed van periodiciteit plaats op 1 December, 15 Januari, 1 Maart etc., telkens om de anderhalve maand,

¹⁾ LOHSE, R., Entwurf einer Kritik der Thyllenfrage mit Ergebnissen eigener Versuche. Bot. Arch., Band V, 5-6, 1924.

²⁾ Technische Lieferbedingungen für ungetränkte Holzschwellen. Deutsche Reichsbahn Gesellschaft, 916 13, XII, 1932.

de overige proeven sloten zich hierbij aan. De proeven over de invloed van het vochtgehalte geschiedde met hout, dat in Mei 1937 werd geveld.

Van het onderinde van de boom werd, direct ná de velling een stuk van ongeveer een meter afgezaagd, en onmiddellijk naar Wageningen vervoerd; de stukken werden buiten bewaard tot de volgende morgen. Daarna werden de stukken verzaagd in schijven van 15 cm dikte, de schijven van de top naar de voet genummerd (fig. 1). De eerste schijf werd bewaard en naar deze werd van elke stam een nauwkeurige materiaal-beschrijving gemaakt. De overige schijven werden, na afteekenen (fig. 2) met behulp van een lintzaag in blokjes van $5 \times 5 \times 15$ cm verzaagd, de ligging van de blokjes in de schijf is op fig. 2 aangegeven. Van de onderlinge ligging der blokjes werd aantekening gehouden. De blokjes bevatten uitsluitend onverkernd hout, zij werden direct na het verzaagen op het laboratorium gewogen; vervolgens werden (met uitzondering van die, welke voor de vochtproeven dienden) de radiaire en tangentele vlakken met paraffine (smp. $42-44^\circ$)

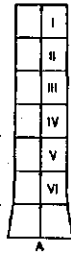


Fig. 1. Verdeling van het stamstuk in schijven.

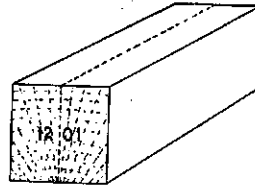


Fig. 3. Ligging van het microscopisch onderzochte vlak in het blokje.

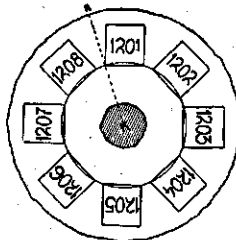


Fig. 2. Afgeteekende schijf.

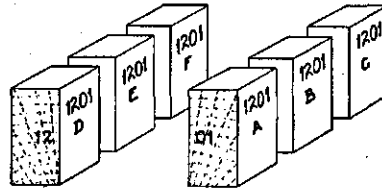


Fig. 4. Verdeling van het blokje in 6 stukjes.

bestreken, en de blokjes nogmaals gewogen. Daarna werden ze eenige tijd aan de omstandigheden van de proef blootgesteld en ten slotte op een vooraf vastgesteld tijdstip gefixeerd.

Na weging werden de blokken met slagletters en -nummers gemerkt en in zes stukken verzaagd (zie fig. 4). De stukjes A, B en C werden met water een half uur gekookt, en na langzame afkoeling bewaard in 4% formol, zij dienden voor het microscopisch onderzoek. Hiertoe werden van de stukjes met behulp van een „Jung” houtmicrotoom 20μ dikke radiaire doorsneden vervaardigd, die dus 5×5 cm groot waren. Drie bij elkaar behorende doorsneden gaven een volledig microscopisch beeld van het radiaire middenvlak van het blokje (fig. 3). De stukjes D, E en F werden met behulp van een luchtpomp met 1%

TABEL 2

Stam no	Herkomst	Gevel	Verzaagd	Afmeting in m max./min.	Aantal jaarg.	Hart	Roode kern Afmeting in cm min./max.	Bijzonderheden
01	Angerstein	22-27 Nov. 1935	29 Nov. 1935	30/27	80	conc.	geen	<i>Alle stammen zeer engringig in het „spint“</i> Zeer gaaf kern eenzijdig gelegen tang. bruine bandjes in het „rijphout“
02				37/35	95	conc.	13/19	
03				38/32	85	exc.	geen	
04				33/30	95	conc.	10/12	
05				38/36	105	exc.	14/18	
06	Ede, nieuwe Rijks- weg	15 Jan. 1936	16 Jan. 1936	29/30	101	conc.	geen	gaaf
07				29/24	103	exc.	geen	enkele bruine vlekjes
08				28/28	101	conc.	geen	vrijwel gaaf, enkele bruine vlekjes
09				28/27	106	conc.	geen	vrijwel gaaf
10				25/25	98	conc.	geen	vrijwel gaaf
11	Ede, Bruno's bosch	3 Mrt. 1936	4 Mrt. 1936	31/20	106	conc.	14/18	kern onregelmatig, naar beneden in de stam afnemend
12				27/27	115	conc.	4,5/6	kern onregelmatig om ringscheur
13				24/22	115	conc.	5/5	zich vormende roode kern
14	Ede, Bruno's bosch	4 Apr. 1936	15 Apr. 1936	30/28	117	conc.	7/10	kern excentrisch om ringscheur
15				30/29	125	exc.	4/16	gerekte kern, dubbel lensvormig
16				32/29	126	conc.	10/10	kern zeer onregelmatig, versch. vlekken
17	Ede, Bruno's bosch	2 Juni 1936	3 Juni 1936	30/29	115	conc.	2/2	stam knobbelig (hout warrelig)
18				26/26	120	conc.	2/3	regelmatig gegroeid
19				25/23	117	conc.	geen	volkomen gaaf, zeer regelmatig
20	Ede, Bruno's bosch	16 Juli 1936	16 Juli 1936	27/26	120	conc.	geen	vrij regelmatig, volkomen gaaf
21				29/28	120	conc.	geen	begin van roode kern
22				30/28	125	conc.	7/8	kern vlindervormig
23	Ede, Bruno's bosch	1 Sept. 1936	2 Sept. 1936	29/27	128	exc.	geen	gaaf, klein hartscheurtje; hart bochtig
24				28/28	130	conc.	5/6	kern eenzijdig ontwikkeld
25				31/30	125	conc.	geen	gaaf
26	Ede, bij Waanders	15 Oct. 1936	16 Oct. 1936	26/26	110	exc.	3/3	voet rot, 50 cm v. d. voet vrij gaaf
27				29/26	120	exc.	geen	vrij gaaf
28				25/23	115	conc.	geen	vrij gaaf
29	Ede, Bruno's bosch	18 Mei 1937	19 Mei 1937	30/27	120	exc.	4/4	vrij gaaf
30				30/29	117	conc.	geen	gaaf
31				30/28	133	exc.	4/4	kern rot, verder vrij gaaf
32	Ede,	25 Juni	25 Juni	31/28	120	conc.	geen	vrij gaaf

chroomzuur geïmpregneerd, welk zuur na 24 uur inwerken, met water werd uitgewasschen; de stukjes werden tot het trekken van voorloopige conclusies, kort na het fixeeren, voor een deel met een beitel radiaal gespleten, waarbij de aanwezigheid van thyllen kon worden vastgesteld aan de kleur van het inwendige van het stukje; sterk verthylde stukjes zijn namelijk wit van binnen, doordat het chroomzuur er niet in doordrong. De correlatie van deze kleuren en van de mate van thyllenvorming is vastgesteld door vergelijking van dunne doorsneden met gespleten stukjes uit hetzelfde blokje.

De behandeling van het materiaal, dat gediend heeft voor het onderzoek naar de invloed van schimmels, is in het daarover handelende hoofdstuk uitvoerig vermeld.

Alle hout werd betrokken van stammen van ten minste 25 cm doorsnede, stammen, die bij deze afmeting een dwarsligger kunnen leveren.

Een deel van de boomen had een roode kern; er is echter een verschil geconstateerd in het gedrag van hout, afkomstig van boomen met of zonder kern. Van elke stam is, onmiddellijk na het verzagen, een blok gefixeerd, en microscopisch op thyllen onderzocht; alle stammen bleken vrij van thyllen te zijn. Wel zijn op enkele plaatsen oude thyllen gevonden, b.v. in de buurt van overgroeiing en wonden, van kleine bruine vlekjes in het hout, van mergvlekken e.d., maar deze waren gemakkelijk van jonge, na de velling gevormde thyllen te onderscheiden, zoowel door hun vorm als door hun kleur, vergelijk foto pl. I, fig. 1, 2 en 3.

In tabel 2 is een overzicht gegeven van de voornaamste bijzonderheden van elke stam.

Alle coupes zijn gekleurd met picro-aniline-blauw volgens CARTWRIGHT¹⁾, aanvankelijk na voorafgaande kleuring in saffranine 1%; later werd deze roodkleuring, die geen voordeelen bood, weggelaten. Gebruikt werd een mengsel van 1 deel eener verzadigde oplossing van „Wasserblau” en 4 deelen eener verzadigde oplossing van picrinezuur in water. De oplossing werd op een waterbad in een petrischaal tot ruim 90° C. verwarmd; door afwisselend toevoegen van water en picro-anilineblauw, werd de concentratie, die door verdampen en door het verbruik van kleurstof nogal veranderde, zooveel mogelijk constant gehouden. De coupes verbleven ongeveer 3 minuten in de heete kleurstof, en werden daarna met water uitgewasschen en in glycerine of glycerine-gelatine overgebracht. Inplaats van deklazen werden 30–40 μ dikke micaplaatjes gebruikt; voor objectglazen dienden lantaarnplaatglasjes van 8,3 \times 8,3 cm.

In het algemeen zijn radiaire doorsneden gemaakt en wel op grond van de volgende overweging. De radiaire doorsnede bevat hout van alle in het blokje voorkomende jaarringen. Voor de proefnemingen

¹⁾ CARTWRIGHT, K. ST. G., A satisfactory method of staining fungal mycelium in wood sections. Ann. Bot. (London), 43 (1929), 412–413, 1929.

werden blokjes neergelegd met het jongste hout boven, dus op het binnenste tangentieele vlak. Mocht vochtverlies de thyllenvorming hebben beïnvloed, (hetgeen b.v. het geval was bij de blokjes die waren blootgesteld aan weer en wind in het bosch), dan kon dit in elke radi-
aire coupe met zekerheid worden vastgesteld. De tangentieele coupe daarentegen kan in zulke gevallen al of niet thyllen bezitten, afhankelijk van de diepte, waarop gesneden is.

Om na te gaan, of er tengevolge van de gebruikte methode van fixeren en kleuren in het hout misschien storende veranderingen konden optreden, is de volgende proef genomen. Een tweetal blokjes levend hout is op de gebruikelijke wijze in 6 stukjes verzaagd. Van drie stukjes werden elk twee coupes gesneden; één van deze coupes werd gekleurd. Daarna zijn deze stukjes een half uur met water gekookt. Vervolgens zijn er van elk stukje weer twee coupes gesneden, en wederom werd één van deze twee coupes gekleurd. Daarna zijn de drie gekookte stukjes met de drie nog levende stukjes, samengebonden zooals ze in het blok gezeten hadden, blootgesteld aan omstandigheden, waarin gemakkelijk thyllen worden gevormd, en na 4 weken alle zes door koken gefixeerd en gesneden. Onderlinge vergelijking van de coupes bewees:

- 1e dat een half uur koken voldoende was om stukjes beukenhout van de afmeting $2\frac{1}{2} \times 5 \times 5$ cm te doodden; de voor het uitleggen gekookte blokjes hadden namelijk geen thyllen gevormd, de niet gekookte daarentegen wel;
- 2e dat de kleuring geen verandering van het microscopische beeld tengevolge heeft, evenmin als het koken.

HOOFDSTUK II

DE INVLOED VAN HET TIJDSTIP VAN VELLING

De in het literatuuroverzicht weergegeven meening van BROEKHUIZEN, deed vermoeden, dat er in de jaarcyclus van de beuk misschien een periode zou kunnen zijn, waarin het vermogen tot thyllenvorming ontbreekt. Immers, de periodiciteit speelt bij zeer vele groei-verschijnselen een rol, en van de beuk is, uit onderzoekingen van KLEBS ¹⁾ e.a. bekend, dat deze zich slechts door zeer ingrijpende maatregelen tot afwijking van zijn jaarcyclus laat brengen. Bij de opzet van de eerste proef, welke 1 December 1935 werd aangezet, werd dan ook rekening gehouden met de mogelijkheid, dat het in de winter gevelde hout in een warme en vochtige omgeving geen thyllen zou vormen.

¹⁾ KLEBS, G., geciteerd door KOSTYTSCHEW-WENT, Lehrbuch der Pflanzenphysiologie, 2e band., Berlin, 1931, 318 e.v.

Het lukte VAN DER LEK¹⁾ om stekken van *Ribes nigrum*, die van hun knoppen ontdaan waren, tot wortel- en callusvorming te brengen, door deze eenige tijd aan lage temperatuur bloot te stellen. Hij meent, dat de mobiliseering van de, voor de wortel- en callusvorming benodigde reservestoffen, die in het normale geval onder invloed staat van enzymen of groeistoffen, die uit de knop afkomstig zijn, thans door de lage temperatuur wordt mogelijk gemaakt. Evenzoo kon het mogelijk zijn dat de thyllenvorming (die in vele gevallen met callusvorming optreedt, vergl. HEUBEL²⁾) evenals callusvorming, onder invloed stond van groeistoffen uit knop en bast; en daar deze aan het uitgelegde hout ontbraken, werd getracht na te gaan, of deze werking (indien zij bestond), evenals bij *Ribes nigra*, door inwerking van lage temperatuur kon worden vervangen.

Zoo werden 1 December 5 series van 5 blokken, afkomstig van 5 stammen, uitgelegd op de grond in een gestookte kas, waar de temperatuur 20–26° C. bedroeg, bij groote relatieve vochtigheid. Daarnaast werden 8 series van 5 blokken bewaard in een ruimte waarvan de temperatuur gemiddeld –1½° C bedroeg. Tegelijk met deze series hout werden potten met goed bewortelde, 1 jarige beukenzaailingen in de kas en in de koelcel geplaatst, met de bedoeling na te gaan, of de door BROEKHUIZEN gevonden correlatie tusschen de vorming van thyllen en het uitloopen der knoppen kon worden bevestigd.

De 5 in de warme kas uitgelegde series hout werden gefixeerd na resp. 10, 23, 34, 45 en 58 dagen. In de eerste serie werden bij microscopisch onderzoek in alle blokjes thyllen gevonden, evenals in de tweede serie. Van de blokjes der overige series zijn verder geen doorsneden gemaakt, de in chroomzuur gefixeerde stukjes zijn gespleten, en aan de kleur der splijtvlakken is de aanwezigheid van thyllen vastgesteld. Hiermede verloor de proefopzet van de in de ijskast geplaatste blokjes en potten met beukenzaailingen haar beteekenis. Het hout is toen voor een ander doel gebezigd, nl. om de invloed van lage temperatuur op het vermogen om thyllen te vormen na te gaan. Deze proeven worden dan ook verder bij de invloed van temperatuur in hoofdstuk III behandeld.

De beukenzaailingen, die, tegelijk met de blokjes, op 1 December in de warme kas gebracht werden, liepen eerst 16 Maart uit. Die in de ijskast waren geplaatst, werden resp. 3, 5, 7 en 9 weken blootgesteld aan de lage temperatuur, en vervolgens overgebracht naar de warme kas. De beukjes die 5 weken gekoeld waren liepen het eerst uit, en wel op 2 Maart, die 7 en 9 weken gekoeld waren, een week later; die 3 we-

¹⁾ VAN DER LEK, H. A. A., Wortelvorming aan houtige stekken. Med. L.H. Ook: Die Gartenbauwissensch., Bd. VII, 3, 1933, 365 e.v.

²⁾ HEUBEL, G. AD., Wondgom en callusvorming bij *Thea Assamica*. Archief Theecultuur 10, 1936, 63–86.

ken gekoeld waren, liepen tegelijk met de niet gekoelde beukjes uit. De proef met de gekoelde en niet gekoelde beukjes is 15 Januari herhaald, ook deze beukjes begonnen begin Maart uit te loopen.

Het materiaal is te klein, en de proef is te onnauwkeurig genomen, om hieruit conclusies te trekken over de invloed van lage temperatuur op het uitloopen van beuk; dit valt trouwens buiten het bestek van het onderzoek. Wel staat vast, dat de factoren, die het uitloopen der knoppen beheerschen, andere zijn dan de factoren, waarvan het vormen van thyllen afhankelijk is. Een door BROEKHUIZEN gelegd verband tusschen deze twee processen is niet waarschijnlijk, omdat thyllenvorming optrad in omstandigheden en op tijdstippen, waarbij beuken niet uitliepen. Bovendien trad deze thyllenvorming op in hout, dat op geenerlei wijze meer in verbinding stond met andere organen van de boom, dus ook niet met knoppen, en waarin van een „sapstroom” geen sprake meer kon zijn.

De proeven over de invloed van periodiciteit zijn voortgezet, door bij elke velling een serie van 3 blokjes uit te leggen in de warme kas en deze na 28 dagen te fixeeren en te onderzoeken op thyllen. Slechts bij de velling van 15 Januari 1936 is hierop een uitzondering gemaakt; toen zijn, om de ontwikkeling der thyllen na te gaan, 5 series van 5 blokjes uitgelegd en gefixeerd na resp. 4, 8, 12, 17 en 20 dagen.

De vergelijking van de praeparaten van de blokjes, die alle 28 dagen in de warme kas verbleven, maar die afkomstig waren van boomen, die op verschillende tijdstippen waren geveld (zie materiaaloverzicht) heeft niets bijzonders opgeleverd. De onderlinge verschillen zijn niet grooter dan de verschillen in praeparaten, afkomstig van blokjes van dezelfde velling; deze moeten dus toegeschreven worden aan de variabiliteit van het materiaal.

Het gevonden resultaat is niet in strijd met hetgeen door GÄUMANN¹⁾ en zijn medewerkers is gevonden bij een onderzoek naar de stofhuishouding bij de beuk in de loop van een jaar. Uit deze analyses blijkt nl. dat het gehalte aan reservestoffen, zoowel in het spint als in het „Reifholz”, in de loop van het jaar maar betrekkelijk weinig schommelt. Zoo wordt b.v. voor het opzetten van de kroon slechts ongeveer $\frac{1}{4}$ – $\frac{1}{3}$ deel verbruikt. In de loop van het jaar is nooit een zoo geringe hoeveelheid reservestoffen in de stam aanwezig, dat het uitblijven van of een geringere thyllenvorming daarvan het gevolg zou zijn (aangenomen, dat alle reservestoffen beschikbaar zijn voor thyllenvorming).

Gelijk met het onderzoek naar de invloed van periodiciteit is een onderzoek gedaan naar de invloed van bast op de vorming van thyllen. TUSZON deelt mede, dat de vorming van thyllen in ongeschilde stam-

¹⁾ GÄUMANN, E., Der Stoffhaushalt der Buche im Laufe eines Jahres. Ber. Schw. Bot. Ges. 1935, 44, 157–334.

Vorl. Mitt. Ber. D. Bot. Ges. 53, 1935, 366–377.

men heviger is dan in geschilde en opgewerkte stammen. Hij schrijft dit vooral toe aan het feit, dat de parenchymcellen, die de thyllen leveren, in ongeschilde stammen kunnen beschikken over de in de bast en in het „spint” hout voorkomende reservestoffen, en dus meer stoffen ter beschikking hebben dan de parenchymcellen van geschild en opgewerkt hout. Bovendien meent hij, dat het normale functioneeren van de parenchymcel in het bewerkte en daardoor snel uitdrogende hout ernstig gestoord is.

Om nu de invloed van de bast op de vorming van thyllen na te gaan zijn in de warme kas, bij de velling van 1 December en 15 Januari, naast de blokjes, die dienden voor het onderzoek naar periodiciteit, blokjes uitgelegd van gelijke afmeting, maar gezaagd uit de rand van de schijf. Deze blokjes waren, evenals de blokjes zonder bast, met uitzondering van de kopvlakken, geheel met paraffine bestreken, om de voorwaarden van uitdroging voor beide soorten blokjes zooveel mogelijk gelijk te maken. De blokjes met bast zijn tegelijk gefixeerd met de blokjes zonder bast. Vergelijkt men de coupes van beide soorten blokjes, dan is het verschil in thyllenvorming niet doorslaand, en zeker niet zoodanig, dat er uit geconcludeerd kan worden tot een vervoer van reservestoffen van bast naar „spint”, of van bast en „spint” naar het „Reifholz”.

Vergelijkt men ook hierbij de analyses van GÄUMANN, dan blijkt, dat het gehalte aan reservestoffen in „spint” en „Reifholz” vrijwel gelijk zijn. Bovendien geeft GÄUMANN analyses van beuken, die na de velling een maand in het bosch bleven liggen, en toen werden onderzocht. De veranderingen b.v. in het koolhydraatgehalte in de bast wisselden sterk; dit gehalte was, in dezelfde tijd van het jaar, na een maand soms met 45% toegenomen, soms met 67% afgenomen, zoodat deze cijfers evenmin inzicht geven in de vervoerskwestie.

SAMENVATTING

1. Er is in de jaarcyclus van de beuk geen periode, waarin het vermogen om thyllen te maken ontbreekt.
2. De vorming van thyllen in geveld beukenhout wordt door andere factoren beheerscht dan het uitloopen der knoppen.
3. Invloed van de bast, bijv. als leverancier van reservestoffen, op de vorming van thyllen, kon niet worden vastgesteld.

HOOFDSTUK III

DE INVLOED VAN DE TEMPERATUUR.

Het doel van deze proeven was, om na te gaan, op welke wijze de temperatuur de vorming van thyllen in beukenhout beïnvloedt. Hierbij werd het vochtgehalte van het hout zoo goed mogelijk constant gehouden. Uit weging van de blokjes voor en na de proef is gebleken, dat er, behalve bij de proeven met blokjes, die in het bosch bewaard werden, slechts geringe vochtverliezen zijn opgetreden; deze bedroegen, met een enkele uitzondering, ongeveer 3% van het natgewicht. Behalve de invloed van constante temperatuur, werd ook de invloed van wisselende temperatuur nagegaan.

A. DE INVLOED VAN CONSTATE TEMPERATUUR

1. *Proeven bij 5° C.*

Om de invloed van een temperatuur van 5° C na te gaan, werden proeven aangezet met blokjes van de afmeting van $2\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2} \times 7\frac{1}{2}$ cm, welke blokjes werden bewaard in wijde cultuurbuizen. In de buizen bevond zich wat water; het blokje rustte op een daarboven uitstekend glazen voetje, en de buis was afgesloten met een wattenprop, om de uitdroging van het blokje zooveel mogelijk tegen te gaan. Inderdaad verloren de blokjes eerst bij langdurig bewaren een weinig aan vocht. De blokjes waren afkomstig van de vellingen van 1 December en 15 Januari. Gewerkt werd met 5 parallellen. De buizen werden bewaard in een koelcel, waarvan de temperatuur automatisch werd geregistreerd; deze schommelde uiterst weinig.

De blokjes werden gefixeerd met regelmatige tusschenpoozen, aanvankelijk van 15 dagen, later van 30 dagen.

Bij microscopisch onderzoek bleek, dat een begin van thyllenvorming optrad na 40 dagen; deze was na 55 dagen niet veel verder voortgeschreden. Na 80 dagen werden in alle blokjes flink ontwikkelde thyllen gevonden.

2. *De proeven bij 1° C en 3° C.*

De bij 1° en 3° C ondernomen proeven waren in opzet gelijk aan die bij 5° C. Gewerkt werd met 3 parallellen; het hout was afkomstig van de velling van 1 September 1936. Het doel van deze proeven was, de onderste temperatuurgrens der thyllenvorming te bepalen.

Microscopisch onderzoek wees uit, dat een begin van thyllenvorming optrad bij 1° C na 85 dagen, bij 3° C na 55 dagen. De thyllen ontwikkelen zich bij deze temperaturen uiterst langzaam; zoo werden bij 1° C

eerst na 147 dagen in alle blokjes goed ontwikkelde thyllen gevonden, bij 3° C na 85 dagen.

3. *Vergelijkende proeven bij 10° en 15° C.*

Voor deze proeven werden blokjes gebruikt van $5 \times 5 \times 15$ cm, waarvan de radiaire en tangenciele vlakken met paraffine waren bestreken. De eerste proef werd aangezet met hout van de velling van 3 Maart; gewerkt werd met 3 parallellen. De blokjes werden aanvankelijk bewaard in platte open bakken, die gedeeltelijk met water gevuld waren, en wel zoo, dat de blokjes niet met het water in aanraking kwamen. Toen na 12 dagen bleek, dat, ondanks deze voorzorg tegen vochtverlies, de blokjes ongeveer 10% van het nat gewicht hadden verloren, zijn de bakken afgedekt, hetgeen tot gevolg had, dat de blokjes weer vocht tot zich trokken; de blokjes van deze serie, die het laatste gefixeerd zijn, hadden minder vocht verloren dan die, welke na 12 dagen gefixeerd werden.

Een van deze bakken werd geplaatst in een koelcel waar de temperatuur 10° C bedroeg en slechts zeer weinig schommelde. Een tweede stond in een kelderruimte; de temperatuur bedroeg hier in het tijdvak van 6–25 Maart, 10,7° C, daalde geleidelijk tot 10,3° C, liep daarna langzaam op en bedroeg 25 Mei, bij de beëindiging der 2e serie proeven 11° C. Het verschil in temperatuur van de kelderruimte en de koelcel is dus maar zeer gering. Een derde bak werd geplaatst in een ruimte, waar de temperatuur tot 25 Maart vrij nauwkeurig 15° C bedroeg; daarna zijn er geringe schommelingen opgetreden. Over het tijdvak van 16 April tot 5 Mei (het begin van de 2e proef) was de temperatuur gemiddeld 14,5° C, min. 13°, max. 16,5°.

In elke bak werden 6 series blokjes uitgelegd, die resp. na 12, 19, 25, 34, 41 en 47 dagen werden gefixeerd. Deze proef werd herhaald met hout van de velling van 14 April; toen werden de blokjes na 7, 14, 20, 27, 34 en 41 dagen gefixeerd. Het vochtverlies van de blokjes der tweede proef was geringer dan dat van de eerste proef, doordat de bakken nu direct na het uitleggen van het hout werden afgedekt.

Bij microscopisch onderzoek van de eerste proef werd geconstateerd, dat alle blokjes, die na 12 dagen werden gefixeerd, thyllen hadden. Evenzoo werden thyllen gevonden in alle blokjes, die na 19 dagen waren opgenomen. Het resultaat van het microscopisch onderzoek van het hout der tweede proef was, dat bij 10° C na 7 dagen nog geen, bij 15° C echter wel thyllen waren gevormd. Ter contrôle werden ook de blokjes, die na 14 en na 20 dagen waren gefixeerd, microscopisch onderzocht; in alle blokjes waren thyllen aanwezig. Hieruit blijkt dus, dat de thyllenvorming vrij snel optreedt bij betrekkelijk lage temperaturen.

B. DE PROEVEN BIJ WISSELENDE TEMPERATUREN

1. *De proeven in de warme kas (temp. 20-26°).*

De meeste van deze proeven zijn reeds uitvoerig besproken in hoofdstuk II, en hierbij bleek, dat in de warme kas snel thyllen werden gevormd; in enkele blokjes werden reeds na 4 dagen nieuwe thyllen gevonden, na 8 dagen hadden alle blokjes thyllen.

2. *Onderzoek naar de invloed van lage temperaturen.*

Van practisch belang leek het antwoord op de vraag, of, en in hoeverre, geveld beukenhout door inwerking van lage temperaturen het vermogen tot vorming van thyllen verliest.

De proeven hierover zijn als volgt genomen: blokjes hout zijn direct na de velling eenige tijd bij een lage temperatuur bewaard, vervolgens overgebracht naar de warme kas en na een verblijf van 4 weken aldaar, gefixeerd en onderzocht op thyllen. Bij het overbrengen van het hout uit de ruimten van lage temperatuur naar de warme kas, is steeds een serie ter contrôle gefixeerd, en op thyllen onderzocht; deze contrôles waren alle thyllen-vrij. Verder is bij het overbrengen steeds het gewicht bepaald; de vochtverliezen waren gering, en zeker niet zoodanig, dat het achterwege blijven van thyllenvorming aan vochtverlies zou mogen worden toegeschreven.

Ter beschikking stonden in de loop van het jaar, waarin het onderzoek plaats had, ruimten, waarin de temperatuur -1.5° , -5° , en -10° C constant bedroeg.

Het microscopisch onderzoek wees uit, dat na een verblijf van 9 weken bij -1.5° C het hout nog niets van zijn vermogen tot thyllenvorming had verloren, evenmin als na een verblijf van 3 weken bij -5° C en -10° C.

De eenige ter beschikking staande gelegenheid, waar nog lagere temperaturen heerschten, was de pekelbak van een koelmachine, die de koeling van een aantal cellen verzorgt. Hierin zijn proeven gedaan, door de blokjes in zgn. ijsblikken, aangevuld met droog rivierzand, in de pekel te hangen. De temperatuur van de pekel wisselde sterk en bedroeg minimaal -21° C. Aangenomen mag worden, dat het hout (dat een slechte warmtegeleider is) de temperatuurschommelingen van de pekel slechts ten deele volgde, en dat de maximum en de minimum temperatuur van de pekel verder uit elkaar liggen, dan die, welke in het hout hebben geheerscht. De proeven werden gedaan met hout van de vellingen van 15 Juli en 1 September. Series hout werden na resp. 1, 2 en 3 weken verblijf bij de lage temperatuur, via de koelcel van -1° C overgebracht naar de warme kas, waar nog een krachtige thyllenvorming plaats vond. In de contrôles werden geen thyllen gevonden. De in de pekelbak waargenomen temperaturen zijn in tabel 3 bijgevoegd.

TABEL 3

TEMPERATUUR PEKELBAK VAN 20 JULI-10 AUGUSTUS

Datum	Tijd in u.	Temp. °C.	Tijd in u.	Temp. °C.	Tijd in u.	Temp. °C.	Tijd in u.	Temp. °C.	Tijd in u.	Temp. °C.	Tijd in u.	Temp. °C.
Juli 20	6	-15	7,50	-13	11,30	-16	11,45	-10				
" 21	6	-17	7	-12	8	-13	13,30	-16				
" 22	6	-20	7,30	-14	8,15	-14½	8,30	-8	18	-18		
" 23	6	-20	6,30	-12	8,10	-14	8,30	-9				
" 24	6	-20½	6,30	-12	7,30	-12	18	-18				
" 25	6	-19	6,30	-14	9	-14	9,25	-9	17	-17	17,10	-12
" 26	8	-19½	8,20	-14	9	-12½						
" 27	6	-20	6,20	-15	8,30	-15	9,35	-12	10	-10	16	-17
" 28	6	-21	6,30	-12	8,30	-13	12	-17				
" 29	6	-20	6,30	-14	8,15	-14½	18	-18				
" 30	6	-20	6,30	-14	7,40	-12	17,40	-20½	18	-15		
" 31	10,15	-14	12	-12	15,20	-15	18	-19				
Aug. 1	9	-11	9,50	-10	11	-11						
" 2	7,30	-21	7,45	-11	8,30	-10	9	-9	9,20	-6	17	-19
" 3	7,10	-12	10	-15	10,15	-8	18	-19				
" 4	7,50	-11½	9	-13	9,15	-8	17	-19				
" 5	7,30	-12	8,15	-11	8,25	-6	10	-18	17,50	-19½		
" 6	6,50	-9	9,10	-12	18	-20						
" 7	6,50	-10	9	-12½	9	-7	18	-19				
" 8	7,40	-13	8,05	-10	15,35	-18½	15,40	-16				
" 9	6,50	-21	7,50	-13	8,15	-9	9,05	-17	17,15	-20½		
" 10	6,35	-10	8,30	-12	18	-20						

TEMPERATUUR PEKELBAK VAN 3-24 SEPTEMBER

Sept. 3	8,30	-13	13	-16	13,30	-11	18	-16				
" 4	9	-12	9,30	-10	10,30	-9	17	-16				
" 5	9	-12	10,30	-12	11	-9	17,45	-15				
" 6	8,30	-10½	9	-9½	17,30	-18	17,45	-13				
" 7	9	-13	13,30	-16	16,30	-15	18	-10				
" 8	8,20	-11	9	-12	9,30	-9	18	-15				
" 9	9	-12	9,45	-10	11,45	-8	18	-15½				
" 10	8,40	-12	9,10	-13	13,30	-15	17	-15	18	-14		
" 11	8,30	-12	10,30	-13	11,45	-15½	17,45	-16	18	-9		
" 12	8,30	-9	9	-8½	17	-17½	18	-13	18,10	-10		
" 13	8,30	-10½	9	-9	17	-18	18	-13	18,10	-5		
" 14	9	-12	13,30	-16	17,45	-17	18	-8				
" 15	8,30	-12	9,10	-11	18	-18						
" 16	9	-14	13,20	-16	17,30	-17	17,40	-9				
" 17	8,30	-12	11	-14	17,30	-18	18	-9				
" 18	9	-12	11	-14	17,50	-17						
" 19	8,30	-11½	12	-16	17	-16	17,30	-10				
" 20	9,45	-13	17,30	-18								
" 21	8	-12	11	-15	16	-15	17,45	-14	18	-8		
" 22	8,30	-12	13,30	-14	17	-16	18	-10				
" 23	8	-11	9,30	-12	16	-17	18	-14				
" 24	8,30	-12	10,30	-13	11	-8	15	-11	17,45	-12	18	-7

Lagere temperaturen stonden niet ter beschikking, zoodat van verdere proeven over de invloed van lage temperatuur moest worden afgezien. Voor de practijk is uit deze proeven de conclusie te trekken, dat slecht uitdrogend hout, ook in de strengste in Nederland heerschende winters, het vermogen tot thyllenvorming niet zal verliezen ten gevolge van de koude.

3. *Proeven met blokjes in het bosch bewaard.*

Naast de proeven over de invloed van temperatuur bij zoo mogelijk constant vochtgehalte, zijn proeven gedaan met blokjes hout, die uitgelegd werden onder hakhout op de proefvlakte van het Instituut voor Boschbouwkundig Onderzoek, gelegen in de buurt van Wageningen. Het doel was, na te gaan of het hout, dat onbeschermd in het bosch was opgeslagen, door lang liggen het vermogen tot het vormen van thyllen zou verliezen, en in welke tijd van het jaar thyllenvorming verwacht kan worden in de buitenlucht.

Hiertoe zijn van December 1935 tot 15 Juli 1936 bij elke velling telkens 5 series van 5 of 3 blokjes, na paraffineeren der radiaire en tangentielle vlakken, uitgelegd op de grond onder hakhout, en deze blokjes op bepaalde data gefixeerd. De temperatuur van de lucht werd door een thermograaf opgeteekend.

Bij microscopisch onderzoek bleek, dat de eerste thyllenvorming optrad in de week van 16-23 Maart. Blokjes op 16 Maart gefixeerd, hadden nog geen thyllen; op 23 Maart hadden ze wel thyllen, zij het zeer jonge. De overige resultaten van deze proeven zijn vereenigd in tabel 4.

Bijzondere aandacht verdient het feit, dat in de blokjes, die op 15 April werden uitgelegd en op 1 Mei werden gefixeerd geen thyllen werden gevonden. Vergelijkt men de thermogrammen over de perioden van 7-23 Maart en van 15-30 April, dan blijkt, dat de temperatuur in de eerste periode aanmerkelijk hooger was dan in de tweede periode, hetgeen de afwezigheid van thyllen in het op 1 Mei gefixeerde hout van de velling van 14 April wel verklaart.

Na 1 September 1936 werd het onderzoek naar de periode, waarin buiten thyllen kunnen worden gevormd, voortgezet, door met regelmatige tusschenpoozen thyllenvrij hout uit te leggen in het bosch. Een deel van dit hout werd op 1 Maart 1937, dus vóór dat daarin thyllenvorming kon worden verwacht, gefixeerd, de rest werd later in het voorjaar gefixeerd, deels om na te gaan, of het hout op 1 Maart nog in staat was thyllen te vormen (wat inderdaad het geval bleek), deels om de resultaten, die in het voorjaar 1936 waren verkregen, te controleeren.

Ideaal ware natuurlijk geweest, indien voor deze proef van tijd tot tijd beuken konden worden gevelde voor onderzoek. Daar dit door het

TABEL 4.

PROEVEN MET BLOKJES, IN HET BOSCH BEWAARD

(Volgorde naar datum van fixatie)

Aantal blokjes	Geveld	Uitgelegd	Gefixeerd	Aantal dagen	Aantal blokjes met Thyllen
5	22-27 Nov.	1 Dec.	17 Jan.	48	0
5	22-27 „	1 „	29 Febr.	91	0
5	15 Jan.	17 Jan.	29 „	43	0
5	22-27 Nov.	1 Dec.	16 Mrt.	107	0
5	15 Jan.	17 Jan.	23 „	66	5
3	3 Mrt.	5 Mrt.	31 „	26	3
3	3 „	5 „	9 April	35	3
3	22-27 Nov.	1 Dec.	15 „	137	3
3	3 Mrt.	5 Mrt.	15 „	41	2
5	15 Jan.	17 Jan.	23 „	97	5
5	15 „	17 „	1 Mei	105	5
3	14 April	15 April	1 „	16	0
5	22-27 Nov.	1 Dec.	15 „	167	5
3	14 April	15 April	15 „	30	3
3	15 Jan.	17 Jan.	30 Mei	133	3
3	2 Juni	3 Juni	10 Juni	7	0
3	2 „	3 „	15 „	12	3
3	2 „	3 „	20 „	17	3
3	14 Juli	15 Juli	22 Juli	7	3
3	14 „	15 „	27 „	12	3

ontbreken van een houtvesterij, verbonden aan de afdeeling Boschbouw der Landbouwhoogeschool, niet mogelijk was, is gebruik gemaakt van de boven aangetoonde eigenschap, dat beukenhout, in de ijskast bewaard, geen thyllen vormt, maar het vermogen tot thyllenvorming gedurende lange tijd vrijwel onverminderd behoudt. Zoo zijn bij de vellingen van 1 September en 15 October 1936 een aantal series blokjes in de ijskast opgeslagen en deze op 15 September, 23 September, 1 October, 8 October, 17 October, 22 October, 1 November, 7 November, 14 November, 23 November en 30 November uitgelegd. Van het hout, dat 1 September in de ijskast werd gebracht, is op 17 October, ter contrôle op de afwezigheid van thyllen, een serie gefixeerd; een tweede serie werd, om het nog aanwezige vermogen om thyllen te vormen, te controleeren, uitgelegd in de warme kas, en na 4 weken gefixeerd. Hetzelfde geschiedde op 30 November, met hout, dat 16 October in de ijskast was opgeslagen. Beide in de warme kas uitgelegde series bleken na 28 dagen sterk verthyld.

Bij microscopisch onderzoek bleek, dat in alle hout, uitgelegd vóór 9 October, thyllen waren gevormd; het hout, dat ná 16 October was uitgelegd had geen thyllen.

De verdere resultaten van deze proef zijn vereenigd in tabel 5.

TABEL 5

Aantal blokjes	Velling van	Uitgelegd 1936	Gefixeerd 1937	Aantal blokjes, waarin thyllen gevonden werden
3	1 Sept.	2 Sept.	1 Mrt.	3
3	1 „	15 „	1 „	3
3	1 „	23 „	1 „	3
3	1 „	1 Oct.	1 „	3
3	1 „	8 „	1 „	3
3	1 „	17 „	1 „	1
3	15 Oct.	17 „	1 „	0
3	15 „	22 „	1 „	0
3	15 „	30 Nov.	1 „	0
3	15 „	30 „	1 April	0
3	15 „	30 „	15 „	1 ¹⁾
3	15 „	30 „	30 „	2

¹⁾ Begin van thyllenvorming.

Uit deze tabel blijkt, dat de thyllenvorming in het voorjaar 1937 later optrad dan in 1936. Vergelijking van de thermogrammen, samengevat in een tabelletje kan dit verschijnsel verklaren.

TABEL 6. MAXIMALE LUCHTTEMPERATUUR IN ° C VAN
1 MAART-30 APRIL

Temperatuur maximum °C	Aantal dagen	
	1936	1937
< 5	3	11
5-10	17	18
10-15	18	20
15-20	17	10
>20	7	2

SAMENVATTING

Bij proeven, genomen bij constante temperatuur en zoo gering mogelijk vochtverlies, trad thyllenvorming in alle blokjes op en wel:

- bij 1° C na 147 dagen.
- bij 3° C na 85 dagen.
- bij 5° C na 40-55 dagen.
- bij 10° C na 12 dagen.
- bij 15° C na 7 dagen.
- bij 20-26° C na 4-8 dagen.

2. Het vermogen om thyllen te vormen gaat bij geveld beukenhout niet verloren door inwerking van klimaat-temperaturen hooger dan -20°C .
3. In het bosch uitgelegd geveld hout bleek in 1936 thyllen te vormen tusschen 23 Maart en 16 October. Het vermogen tot vormen van thyllen ging niet verloren; 1 December uitgelegd hout kon in het voorjaar nog thyllen vormen.

HOOFDSTUK IV

DE INVLOED VAN SCHIMMELS

Gelijk reeds in hoofdstuk I is aangehaald, kwam TUSZON tot de conclusie, dat de aanwezigheid van schimmels noodzakelijk is, om de parenchymcel te prikkelen tot het vormen van een thylle, terwijl MÜNCH meent, dat ook in steriel beukenhout thyllenvorming optreedt; een nader onderzoek op dit punt lag dus voor de hand.

TUSZON spleet stukjes beukenhout steriel uit; ook MÜNCH volgde deze methode, maar geen van beide geeft van zijn werkwijze een nauwkeurige beschrijving. Wel merkt TUSZON op, dat zijn methode „niet ganz einwandfrei” was. In verband met de groote moeilijkheden, aan zulk steriel uitsplijten verbonden en de geringe zekerheid, die deze methode biedt, werd daarom voor dit onderzoek aanvankelijk een uitwendige desinfectie beproefd en toegepast.

In het begin werd gewerkt met blokjes van de afmeting $7,5 \times 2,5 \times 2,5$ cm. De blokjes werden, na weging, met water en zeep eenige tijd geborsteld, na afspoelen gedurende 2 minuten ondergedompeld in sublimaat 0,2%, daarna in leidingwater gespoeld en ten slotte in een steriele buis gebracht, die na verhitten van de hals met een watteprop werd gesloten en waarin de blokjes op een glazen voetje rustten. Onder in de buis bevond zich eenig steriel water. De buizen werden bewaard in een stoof bij 20°C constant. Na 11 dagen werden de blokjes met de tienvoudige loupe bekeken; er werden geen schimmels geconstateerd. Een kort tevoren uit het Centraal Bureau voor Schimmelculturen te Baarn ontvangen cultuur van *Stereum purpureum*, door TUSZON aangegeven als aantaster van levend beukenhout, was inmiddels zoover ontwikkeld, dat tot enting kon worden overgegaan. Met een entnaald werd een klein stukje agar met mycelium op één van de zijvlakken van het blokje gebracht. Eén serie werd gefixeerd, twee werden niet geënt en als contrôle bewaard. De 10 blokjes van deze 2 series bleken na een maand alle verontreinigd met een schimmel, waaruit geconcludeerd moest worden, dat de gevolgde methode van uitwendige desinfectie onvoldoende was geweest, en dat aan de infectieproeven geen waarde kon worden toegekend.

In alle praeparaten van de na 11 dagen ter contrôle gefixeerde blokjes, die bij 20° C waren bewaard, werden thyllen gevonden; daarentegen gelukte het niet, trots nauwkeurig doorzoeken, vooral na het bekend worden der verontreiniging der overige contrôles, enig mycelium te vinden.

Van de met *Stereum purpureum* geïnfecteerde series, zijn er 3, na resp. 42, 78 en 99 dagen na de infectie gefixeerd, met het doel de aantasting van het beukenhout door *Stereum* na te gaan. Het microscopische beeld vertoonde weinig of geen afwijking van het normale. Het mycelium had het blokje wel is waar geheel doorgroeid, maar de thyllenvorming was niet heviger dan bij blokjes, die eveneens bij hoge temperatuur waren bewaard, maar die niet opzettelijk met een schimmel waren geïnfecteerd.

Na deze mislukking zijn nieuwe proeven aangezet, aanvankelijk weer met blokjes van $2\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2} \times 7\frac{1}{2}$ cm, later met blokjes van $1 \times 1 \times 5$ cm, allereerst met het doel, een betrouwbare methode van uitwendige desinfectie te vinden, waarbij het hout niet werd gedood.

Over deze proeven kan worden vermeld, dat alle uitkomsten meer en meer de overtuiging schonken, dat er schimmels, in de vorm van sporen of mycelium, reeds ten tijde van het verzagen in het hout aanwezig moesten zijn. Op blokjes van $2\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2} \times 7\frac{1}{2}$ cm werd als desinfectiemethode toegepast 2 minuten sublimaat 0,2% en 30 minuten sublimaat 0,2% na vooraf borstelen met water en zeep, verder kort afbranden in de blaasvlam, zonder spoelen of vooraf borstelen. Deze methoden bleken alle onvoldoende: bij alle blokjes trad verontreiniging door schimmels op. Dikwijls was het mycelium zichtbaar in de vorm van een pluisje op het kopsche vlak, in de buurt van de jaarringen, waar de wideste vaten liggen. Daar op een oppervlak van $2\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2}$ cm dikwijls slechts één pluisje mycelium groeide, werd besloten de verdere proeven te doen met blokjes van kleinere afmeting, omdat, bij spaarzame verspreiding van sporen of mycelium in het hout, de kans op een schimmelvrij stukje groter werd bij kleinere verdeling.

Proeven met stukjes levend hout leidden aanvankelijk niet tot eenig resultaat; eerst toen het gelukte, een blok van de afmeting van $5 \times 5 \times 15$ cm in zijn geheel te steriliseeren, zonder dat daarbij het vochtgehalte van het hout veel veranderde, konden eenige desinfectiemethoden nader onderzocht worden.

Zoo werd een 3-tal blokken van $5 \times 5 \times 15$ cm gesteriliseerd, door deze in wijdhalsige flesschen (fig. 5), die met watten waren gesloten, op drie achtereenvolgende dagen gedurende 2 à 3 uur bloot te stellen aan een temperatuur van 118° C (1 atmosfeer overdruk). Twee van deze blokken zijn 2½ maand bewaard, zonder dat in de flesch verontreiniging optrad; daarna zijn ze verzaagd voor andere proeven. Het derde blok werd verzaagd tot 48 stukjes; 24 blokjes werden vooraf met water

en zeep geborsteld, 2 minuten in sublimaat 0,2% ondergedompeld, afgespoeld in leidingwater en in steriele buizen gebracht. De andere 24 werden geruime tijd met water gespoeld, daarna 2 minuten in sublimaat ondergedompeld, afgespoeld en eveneens in buizen gebracht, met als resultaat, dat na drie weken alle met zeep behandelde blokjes verontreinigd waren. Hiermede is aangetoond, dat de overigens gebruikelijke methode van desinfectie, door het object te borstelen met zeep en water en daarna onder te dompelen in sublimaat 0,2%, voor hout niet geschikt is. Maar ook de methode van vooraf spoelen bleek een te groote foutenkans te geven om bruikbaar genoemd te worden: na lange tijd was 40% van de buizen verontreinigd.

Hierna zijn op van te voren gesteriliseerd hout, na verzagen, schaven, afsteken en nummeren de volgende vier methoden van desinfectie toegepast, alle zonder voorbehandeling van het hout.

- a. 2 minuten alcohol 96%, na afbranden in de buis brengen.
- b. 2 minuten sublimaat 0,2%, het blokje kort spoelen in een cylinder stroomend water; 1 minuut alcohol 96%; na afbranden in de buis brengen.
- c. 5 minuten sublimaat 0,2%, na kort afspoelen, als boven, in de buis brengen.
- d. 2 minuten 1% sublimaat, na kort afspoelen als boven, in de buis brengen.

Elk der methoden werd toegepast op 24 blokjes, die (en dat geldt voor alle blokjes van deze afmeting) na verzagen waren geschaafd, de kopsche einden met een beitel afgestoken, en genummerd.

De proef werd aangezet op 17 Juni 1936; de buizen werden wekelijks gecontroleerd. Bij de eerste contrôle werd 1 verontreiniging geconstateerd in de serie 2 minuten alcohol. De overige blokjes waren op 15 Juli nog schoon. Bij de velling van 15 Juli werden 2 blokken levend hout verzaagd tot elk 48 stukjes, en voor desinfectie de methode b: 2 minuten sublimaat, afspoelen, 1 minuut alcohol gekozen.

Echter bleken op 22 Juli, dus na 5 weken van elk der series a, b en c nog 2 blokjes verontreinigd. In totaal traden in deze 96 blokjes dus 7 verontreinigingen op. Alle verontreinigingen werden het eerst geconstateerd op radiaal of tangentieel vlak. De blokjes, behandeld met 2 minuten sublimaat 1%, na afspoelen in de buis, vertoonden na 2 weken een witte uitslag, waarschijnlijk van niet voldoende uitgespoelde sublimaat.

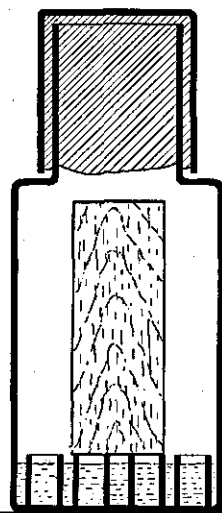


Fig. 5. Wijdhalzige flesch voor het steriliseeren van groote stukken hout.

De resultaten van deze proef, die begin September werd afgebroken zijn samengevat in tabel 7.

TABEL 7.

Methode van uitwendige desinfectie	Aantal blokjes	Verontreinigingen:	
		15-7	22-7
2 min. alc. 96%, afbranden	24	1	3
2 min. subl. 0,2%, afspoelen, 1 min. alc. 96%, afbranden	24	0	2
5 min. subl. 0,2%, afspoelen	24	0	2
2 min. subl. 1%, afspoelen	24	0	0

Op 16 Juli werd, zooals reeds vermeld een nieuwe proef aangezet met levend hout, afkomstig uit stam 20; de blokjes werden, na verzagen, schaven, afsteken en nummeren, uitwendig gedesinfecteerd door onderdompeling gedurende 2 minuten in sublimaat 0,2%, kort afspoelen, 1 minuut in alcohol 96%, en na afbranden in een steriele buis gebracht. In de buis was wat steriel water, waarbovenuit een glazen voetje reikte, waar het blokje op rustte; de buis werd na verhitten met een wattenprop gesloten. De proef werd wekelijks gecontroleerd, de verontreinigde blokjes werden apart gehouden.

Van de ligging van de blokjes in de stam was aantekening gehouden in de hoop, dat de plaats van de verontreiniging een aanwijzing kon geven aangaande de oorzaak ervan.

In totaal trad bij 64 blokjes verontreiniging door schimmels op, 51 van deze schimmels waren het eerst te zien op het kopsche vlak. De proef werd na 70 dagen afgebroken.

Naar aanleiding van dit resultaat en de ligging van de verontreinigde blokjes in de boom, is bij de volgende proeven, tegelijk met het levende hout, een blok van tevoren gesteriliseerd hout verzaagd. Bij het desinfecteeren, dat in volgorde van nummering geschiedde, werden eerst 18 stukjes „steriel” hout, daarna 96 stukjes levend hout en daarna nogmaals 18 stukjes „steriel” hout in buizen gebracht. Dit ter contrôle van een mogelijke infectie van het levende hout tijdens het open liggen in het laboratorium. Daarnaast werden in elk mandje, dat 24 buizen met hout bevatte, 6 buizen agar geplaatst, ter contrôle van de beschermende werking van de proppen. Daar bij het openen en sluiten der steriele buizen, waar het hout ingebracht wordt, slechts de hals wordt verhit, en de prop niet wordt afgebrand, bleef de mogelijkheid bestaan, dat via de prop een verontreiniging in de buis wordt gebracht. Om deze mogelijkheid te onderzoeken, zijn 18 buizen agar geopend en gesloten juist zooals bij het inbrengen van het hout geschiedt. Op deze wijze in de buis gebrachte schimmelsporen zouden op de agar spoedig kiemen.

De resultaten van deze contrôle zijn weergegeven in tabel 8.

TABEL 8.

Proef van	Aantal „steriele” blokjes	Verontreinigd	Buizen agar ongeopend	Verontreinigd	Buizen agar geopend	Verontreinigd
2 September 1936	36	0	18	0	18	0
16 October 1936 .	36	0	18	0	18	0
19 Mei 1937 . . .	36	0	18	0	18	0
25 Juni 1937 . .	35 ¹⁾	7 ²⁾	18	0	18	0

¹⁾ 1 buis gebroken.

²⁾ 1 buis verontreinigd door bacteriën.

Bij de proeven van 19 Mei en 25 Juni 1937, werd inplaats van 2 minuten sublimaat 0,2%, afspoelen, 1 minuut 96% alcohol, afbranden, de methode van desinfectie door 5 minuten sublimaat 0,2%, afspoelen, toegepast.

De proeven werden na 10 weken afgebroken.

Uit deze resultaten mag worden geconcludeerd, dat de gevolgde methode van verzagen, schaven, afsteken, nummeren, desinfecteeren en bewaren van het hout, met uitzondering van de laatste proef, geen oorzaak kan zijn van het groote aantal in de buizen met levend hout geconstateerde verontreinigingen.

Deze, eveneens in een tabel samengevat bedroegen:

TABEL 9.

Proef van	Aantal blokjes	Verontreinigd aantal blokjes	%	% verontreinigd in de contrôles
2 September 1936	96	24	25	0
16 October 1936	96	5	5	0
19 Mei 1937	144	89	62	0
25 Juni 1937	96	61	62	20

De meeste schimmels groeiden uit het hout. Ze waren het eerst te zien op het dwarse vlak. Het grootste aantal verontreinigingen werd eerst na 3 weken zichtbaar, maar er waren buizen, waarin de schimmel eerst na 8 weken zichtbaar werd.

Hierbij valt op te merken, dat vooral bij de proef van 16 Juli (waarbij de contrôles ontbraken), maar ook bij die van 2 September en 18 Mei, de indruk werd gewekt, dat gezien de ligging van de verontreinigde blokjes in het groote blok, waar zij uitgezaagd werden (fig. 6), de schimmels, in de vorm van sporen, tijdens het verzagen van het stamstuk tot schijven in het hout werden gebracht. Het blok, als geheel beschouwd, bevatte aan de kopeinden meer schimmels dan in het middenstuk. Tevens was de mogelijkheid niet uitgesloten, dat de schimmelsporen tijdens het vellen van de boom in het hout worden gezogen. Op grond van de cohesietheorie mag men aannemen, dat een dergelijke zuiging,

tengevolge van het verbreken van de waterdraden in de vaten, zal optreden. Naar dit verschijnsel is gezocht bij de velling van 18 Mei. In de buurt van de te vellen boom werden 6 petriscalen met agar geplaatst, nl. 1 zoo dicht mogelijk bij de zaagsnede, 1 op 2 m van de boom

in de buurt van de arbeiders, die de boom velden, de overige 4 op ongeveer 5 m van de boom, zooals op bijgaand schetsje (fig. 7) is aangegeven. De schalen werden geopend op het oogenblik, dat de bijl inde boom werd geslagen, en gesloten, toen de boom gevallen was. Schaal no 1 is, gelijk het pijltje aangeeft, na het kappen van de valkerf, met het oog op het zagen, verplaatst. Tusschen openen en sluiten van de schalen verliep $4\frac{1}{2}$ minuut. De schalen werden eenige tijd op het laboratorium in de stoof bewaard, waarna het aantal infecties kon worden geteld.

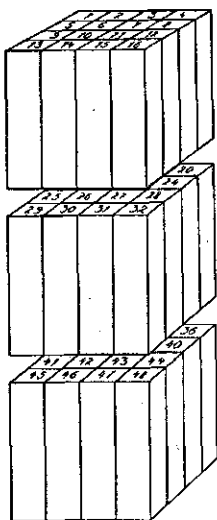


Fig. 6. Verdeling van een blok in 48 stukjes

TABEL 10.

Schaal no	Afstand tot de boom in m	Aantal infecties
1	0,10	± 175
2	2	30
3	5	9
4	5	16
5	5	3
6	5	5

} stonden in de richting waarin de boom viel.

Hieruit blijkt dus, dat in de buurt van valkerf en zaagsnede, een groot aantal schimmelsporen in de lucht aanwezig was, hetgeen wel te verklaren is uit het feit, dat daar in de buurt het meest wordt geloopt, terwijl ook wel veel sporen los zullen laten van de bast van de te vellen boom, door de slagen van de bijl.

Van deze boom zijn blokken onderzocht, die op 0,15 m, 4 m en 8 m hoogte uit de stam zijn gezaagd. Elk blok ging in 48 stukjes; hiervan traden in resp. 36, 32 en 21 stukjes verontreinigingen doorschimmelsop.

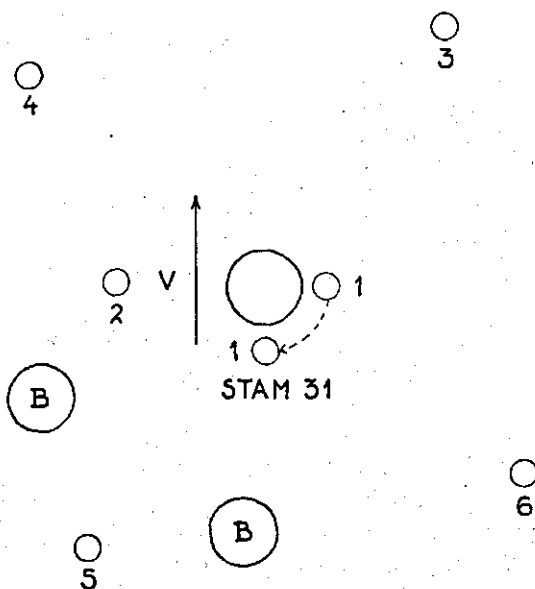


Fig. 7. B = boom. V = valrichting. Verdere verklaring in den tekst.

Uit dit resultaat kan dus geen conclusie worden getrokken omtrent het inzuigen van schimmelsporen; eerder zou men kunnen zeggen, dat het niet het geval was, omdat het aantal verontreinigingen op 0,15 en op 4 m hoogte vrijwel gelijk was. Bovendien wees de plaats van de verontreiniging veel meer in de richting van het inbrengen tijdens het verzagen van de stam in schijven, omdat in de middenstukken van de blokken slechts resp. 6, 4 en 2 verontreinigingen optraden.

Bij al deze proeven was rekening gehouden met de mogelijkheid, dat schimmelsporen, die tijdens de velling en het vervoer op het stamstuk kwamen, in het etmaal, dat verliep tusschen het vellen en het verzagen van het stamstuk in schijven, kiemden, en dat de hyphen in het hout te ver binnendrongen, om bij uitwendige desinfectie te worden achterhaald. Om dit te ontgaan, werd van elk stamstuk een schijf van 15 cm afgezaagd, welke niet voor onderzoek op schimmels werd gebruikt. Nu is het mogelijk, dat deze voorzorg onvoldoende is geweest; over de snelheid, waarmee b.v. *Ceratostomella ulmi* het iepenhout in de lengterichting doorgroeit, vond WENT¹⁾, dat 2 dagen na de inoculatie de schimmel op 70 cm boven en 50 cm beneden de inoculatieplaats kon worden geïsoleerd. Een groei van 15 cm in 24 uur behoort dus blijkbaar niet tot de onmogelijkheden. Maar hiertegen pleit weer, dat de schijf, die het onderste blok leverde, aan de eene kant door ruim 1 meter hout was beschermd, terwijl het kopeinde aan die kant vrijwel evenveel verschimmelde stukjes leverde als het kopeinde aan de andere kant.

Om alle bovengenoemde invloeden te ontgaan, zijn bij de velling van stam 32, op 25 Juni, de volgende maatregelen genomen. Het onderste stuk van de boom werd, vóór de velling, zorgvuldig afgewassen met 0,5% sublimaat, daarna geschild, en het geschildte stuk nogmaals met sublimaat afgewassen. Na de velling werd het stuk afgezaagd; de dwarse vlakken van het afgezaagde stuk werden onmiddellijk daarna eveneens met sublimaat gewassen. Een op 4 m hoogte in de boom zittend stamstuk van 1 m werd evenzoo behandeld. Na de velling zijn de geschildte stukken onmiddellijk naar Wageningen vervoerd, waar er 6 cm dikke hartplanken uit gezaagd werden.

Uit deze hartplanken werden 6 × 6 cm dikke balken gezaagd, die dus plm. 1 m lang waren. Midden uit deze balken werden blokken gezaagd van 15 cm lengte; elk blok werd geschaafd, tot het 5 × 5 × 15 cm mat, toen in 48 stukjes gezaagd, deze direct daarna geschaafd, genummerd, afgestoken, gedesinfecteerd en in buizen gebracht. De velling had om 7 uur 's morgens plaats, om 3 uur was het werk klaar. Niettemin groeiden schimmels uit 61 van de 96 blokjes, terwijl de contrôles

¹⁾ WENT, JOHANNA, C., Tijdschrift over Plantenziekten, Vol. XLIII, 1937, 4, blz. 81 e.v.

voor slechts 20% verontreinigd bleken. Deze contrôles stamden uit een steriel blok, dat in het bosch uit de flesch was genomen en de heele bewerking van het hout volgde; het werd echter niet met sublimaat afgewasschen.

Uit al deze proeven kan dus geconcludeerd worden, dat de schimmels, hetzij in de vorm van mycelium, hetzij in de vorm van sporen, tijdens het verzagen in het hout aanwezig waren, en tevens, dat zij er niet ingebracht werden tijdens het verzagen van een blok tot 48 stukjes, noch tijdens de daaropvolgende bewerking en desinfectie van deze stukjes (met uitzondering van de laatste proef).

Om nu na te gaan of de schimmels in een of andere vorm reeds in de levende boom aanwezig waren, zijn in het bosch, waaruit de meeste beuken voor dit onderzoek stamden, een 10-tal dergelijke boomen onderzocht. Met een aanwasboor volgens PRESSLER werden uit elke boom 3 boorspaantjes van ongeveer 8 cm op ongeveer 40, 60 en 80 cm hoogte steriel uitgeboord, en in eenig water bevattende, steriele buizen bewaard. Bij deze 10 boomen waren er 2 met duidelijke ziekteverschijnselen. Van de eene was de stam ernstig beschadigd en aan de voet over groote lengte vrij ver ingerot, de andere was vrijwel dood, maar overigens vrij gaaf; de bast was nog intact, maar het cambium was verdroogd. De overige 8 boomen waren goed gezond.

Het boren had op 23 Juni plaats. Van de 30 boorspaantjes bleek er 1 op 28 Juli, 1 op 4 Augustus door een schimmel verontreinigd. De overige bleven schoon, ook die, welke uit de bovengemelde zieke boomen geboord werden.

Het is dus niet waarschijnlijk, dat de, uit het hout van bovenbeschreven proeven groeiende schimmels reeds in de levende boom aanwezig waren, zoodat moet worden aangenomen, dat deze schimmels, vermoedelijk in de vorm van sporen, tijdens het vellen en verzagen van de boom op een nog niet verklaarde wijze in het hout komen en bij een vrij krachtige desinfectie niet worden achterhaald.

Van bovenvermelde proeven is een deel van het hout van de proef van 16 Juli 1936, en van die van 19 Mei 1937 microscopisch onderzocht.

Van de eerstgenoemde proef werden van 24 blokjes radiaire coupes gesneden; 16 van deze blokjes waren bij het beëindigen van de proef nog niet verontreinigd. Ter contrôle werden van elk dezer blokjes 2 stukjes afgestoken en uitgelegd in petrishalen op agar. 14 blokjes bleken bij deze contrôle steriel; uit de stukjes der 2 overige groeide een schimmel. In drie coupes, afkomstig van steriele stukjes, werden thyllen gevonden; in de overige 21 coupes geen. Het microscopisch beeld wekte de indruk, dat het hout vrij spoedig na het desinfecteeren het vermogen tot thyllenvorming had verloren.

Bij de proef van 16 October werd daarom met behulp van dinitro-

benzeen, $C_6H_4(NO_2)_2$, waarover in een volgend hoofdstuk meer bijzonderheden zullen worden vermeld, nagegaan, of het hout ná desinfectie nog ademde. Dit bleek niet het geval te zijn; zelfs kort na het desinfecteeren niet.

Een proefje met 24 blokjes levend hout wees uit, dat het gebruik van alcohol 96% daarvan de oorzaak was. Blokjes die 2 minuten en 5 minuten behandeld waren met sublimaat 0,2% vertoonden daarna een duidelijke ademhalingsreactie, bij blokjes die alleen in alcohol en na behandeling met sublimaat, nog eens in alcohol 96% waren gedompeld en afgebrand, bleef elke ademhalingsreactie uit.

Daarom is op het hout van de proeven in het voorjaar van 1937 de methode van uitwendige desinfectie door 5 minuten sublimaat 0,2% en afspoelen, toegepast. Bij deze blokjes was na 3 weken nog ademhaling aan te toonen.

Van de proef van 19 Mei zijn 20 blokjes gekozen voor microscopisch onderzoek. Van deze hadden er 16 geen mycelium; bij de contrôle door uitleggen in petrischalen, bleken 6 blokjes niet steriel te zijn, de overige 10 wel. Bij de 4 overige blokjes was een verontreiniging door schimmel reeds binnen een week na het desinfecteeren geconstateerd.

In alle coupes zijn thyllen gevonden. De coupes, afkomstig van de blokjes, die reeds in de eerste week een zichtbare schimmelgroei hadden, zijn nauwkeurig vergeleken met coupes van steriele blokjes; het bleek, dat er geen verschil te zien was wat de thyllenvorming aangaat.

Hiermede is dus aangetoond, dat de aanwezigheid van mycelium niet noodig is, om een parenchymcel te prikkelen tot de vorming van een thylle; omtrent de werking van door schimmels afgescheiden fermenten zegt het onderzoek echter niets. Het is bekend, dat schimmels, vooral in lengterichting, over groote afstand hun invloed kunnen doen gevoelen b.v. bij „Silverleaf” van Prunussoorten ¹⁾.

Het is duidelijk, dat, indien men rekening houdt met de mogelijkheid, dat de schimmels door het voortgeleiden van hun afscheidingen door de vaten over een groote afstand de parenchymcellen kunnen prikkelen tot het vormen van een thylle, de methode van vergelijking van steriel en niet steriel hout, waarvan het vaatverloop niet volkomen bekend is, niet zal leiden tot eenig resultaat. Niettemin werd een proef aangezet met hout, dat over zoo groot mogelijke lengte steriel was.

Hiertoe is een 3 cm dik stammetje van een plm. 15 jarige beuk geschild, waarna een stuk van 1 m werd verzaagd in stukken van 7 cm. Deze stukken werden, na uitwendige desinfectie met 5 minuten 0,2% sublimaat en afspoelen, in buizen gebracht en steriel bewaard. Zij waren van de voet naar de top van 1-14 genummerd. Daarnaast waren 7

¹⁾ Litt. BROOKS, F. T., and G. H. BRENCHLY, New Phytologist XXVIII, 3, 1929, pag. 218 e.v.

contrôles, gezaagd uit een van te voren in stoom gesteriliseerde tak, die juist zoo behandeld werden als de stukjes levend hout. Alle contrôles bleven schoon; van het levende hout groeide op no. 12 en no. 14 een schimmel. In het water onder in de buis van no. 11 en no. 10 ontwikkelde zich een bacteriekolonie; de buizen van no. 13 en van de nos 9-1 bleven schoon.

Voor microscopisch onderzoek zijn van 7 stukken praeparaten gesneden, w.o. de 2 verontreinigde stukken. In alle coupes werden thyllen geconstateerd; het hout was echter, blijkens een coupe uit een direct na het verzagen van het stammetje gefixeerd stuk, vóór de aanvang van de proef thyllenvrij. Verschil in thyllenvorming in steriele en niet steriele stukken kon niet worden geconstateerd.

Het resultaat van deze proef pleit m.i. dan ook tegen de opvatting van Tuszon, dat voor de vorming van thyllen de aanwezigheid van schimmels noodzakelijk is, omdat hier thyllen werden gevormd in hout, dat over een vrij groote lengte steriel was.

Tenslotte is een poging gedaan, om de naam van eenige van de uit het hout groeiende schimmels vast te stellen. Hiertoe zijn van de proef van 15 Juli blokjes gekozen, waaruit na 5 of 6 weken een schimmel groeide. Van elk dezer blokjes zijn 4 stukjes uitgelegd in petrischalen met kersagar. Uit alle stukjes groeide mycelium op de agar; na voldoende ontwikkeling zijn de schimmels overgeënt in buizen, en eenige tijd voortgekweekt, waarna er praeparaten in glycerine van gemaakt zijn, met het doel ze te determineeren.

Door het ontbreken van afdoende kenmerken (in de meeste gevallen werden geen fructificaties verkregen), kon de naam van de meeste der geïsoleerde schimmels niet worden vastgesteld. Slechts één kon, met aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid, worden gedetermineerd aan de karakteristieke perithecieën, als behoorende tot het geslacht *Ophiostoma* (H. & P. Syd.), ofschoon de asci niet gevonden zijn. Twee waren niet nader te determineeren *Phoma*-soorten, 1 een hyphomyceet, met duidelijke chlamydosporen, 1 een *Penicillium* uit verschillende blokjes, 1 een tot de *Moliniales* behoorende schimmel, waarschijnlijk *Verticillium* of *Trichomata*; 3 waren gisten, 1 het giststadium van een zwam, en een schimmel, die in zijn groei ernstig gehinderd werd door een bacterie.

SAMENVATTING

1. Thyllenvorming trad op in hout, waarin geen mycelium aanwezig was.
2. Thyllenvorming trad op in hout, dat onder en boven over een afstand van 35 cm steriel was.
3. Thyllenvorming in hout waarin mycelium aanwezig was, was niet anders dan die in steriel hout.

4. In het hout van gevelde beuken waren, ten tijde van het verzagen, schimmels, in de vorm van sporen of mycelium aanwezig.
5. Het is niet waarschijnlijk, dat dit reeds in de levende boom het geval is.
6. Voor uitwendige desinfecteeren van levend hout, is de gebruikte methode van het vooraf borstelen van het object met zeep en water ongeschikt.
7. Het gebruik van alcohol 96% bij desinfectie van hout van geringe afmeting is voor het verkrijgen van levend steriel hout te ontraden, omdat de alcohol vrij snel in het hout doordringt en dit doodt.
8. Om afwezigheid van schimmels in beukenhout te kunnen vaststellen, is een observatietijd van ten minste 8 weken, zoomede contrôle door uitleggen in petrischalen met agar, noodzakelijk.

HOOFDSTUK V

DE INVLOED VAN HET VOCHTGEHALTE VAN HET HOUT

Bij de in de vorige hoofdstukken beschreven proeven, waren aanwijzingen gevonden, dat het vochtgehalte, en vooral ook de snelheid van uitdroging, van overwegende invloed zijn bij de vorming van thyllen.

Nadat geconstateerd was, dat in snel uitdrogend hout geen thyllen werden gevormd, en uit contrôles moest worden besloten, dat hiervoor alleen het snelle vochtverlies aansprakelijk kon zijn, werden proeven aangezet, om na te gaan, bij welk vochtverlies van het hout het vermogen tot thyllenvorming verloren gaat, en of in hout, dat beneden die grens was uitgedroogd geweest, na het opnemen van water, nog thyllen konden worden gevormd.

Pogingen om de voor deze proef benodigde blokjes gelijkmatig uit te drogen, zóó, dat daarbij geen thyllen werden gevormd, zijn mislukt. De uitdroging b.v. in een exsiccator boven zwavelzuur en andere chemische droogmiddelen ging veel te langzaam, om daar eenig resultaat van te kunnen verwachten. Door droge lucht door het hout te zuigen, kon wel is waar snel een gelijkmatige uitdroging worden verkregen, maar deze methode had het bezwaar, dat juist de elementen, die de thyllen moeten leveren, het sterkst werden uitgedroogd, zoodat de daarmee verkregen resultaten niet betrouwbaar konden worden geacht.

Zoo moest wel worden besloten, de blokjes langs natuurlijke weg te laten uitdrogen, en in deze blokjes de thyllenvorming na te gaan. Daarnaast werden op die wijze gedroogde blokjes onderzocht, om een inzicht te krijgen in de vochtverdeling in het blokje. Aan deze methode kleven ernstige bezwaren. In de eerste plaats is hout gelijk bekend, een

zeer heterogeen materiaal. Cijfers over vochtgehalte, soortelijk gewicht, technische en fysische eigenschappen van dezelfde houtsoort lopen steeds ver uiteen ¹⁾. Hetzelfde geldt in mindere mate voor hout uit dezelfde stam.

Over het vochtgehalte van beukenhout, en de vochtverdeling in pasgevelde stammen, waren bij KNUCHEL ²⁾ uitvoerige cijfers te vinden. Het vochtgehalte neemt, volgens deze auteur, van buiten naar binnen in de stam af, het hout in de buurt van het merg is rond 20% droger dan het vlak onder de bast gelegene. Van onder naar boven in de stam, neemt het vochtgehalte toe met rond 10%. In de loop van het jaar treden bovendien nog vrij belangrijke schommelingen op; deze zijn in het „spint” het grootst en bedragen daar rond 10%, en in het „rijp-hout” d.w.z. midden tusschen hart en bast rond 5% (gemiddelden uit 16 gevelde stammen).

Een tweede bezwaar was, dat de blokjes, die dienden voor het onderzoek naar thyllenvorming, niet tevens voor een vochtanalyse konden worden gebruikt; dit bezwaar klemte te meer, omdat blokjes uit dezelfde stam, zelfs als zij vlak bij elkaar uit de stam waren gezaagd, vrij veel in vochtgehalte bleken te verschillen. In tabellen 11 en 12 zijn eenige cijfers hierover verzameld.

TABEL 11. VOCHTGEHALTEN VAN BLOKJES 5 × 5 × 15 cm
OP VERSCHILLENDE PLAATSEN IN DE BOOM

Blok no	Stam no	Hoogte	Vochtgeh. % nat gew.	Vochtgeh. % droog gew.
1	31	0,15	46,7	87,6
2	31	0,15	48,0	92,6
3	31	1,05	48,4	93,8
4	31	4	47,5	90,7
5	31	8	46,0	85,2
6	32	0,60	46,0	85,1
7	32	4	51,9	108,0

TABEL 12.

VOCHTGEHALTE VAN BLOKJES, BINNEN 30 cm HOOGTEVERSCHIL
UIT EENZELFDE BOOM IN % DROOG GEWICHT

Blok no	Stam 29	Stam 30	Stam 31
1	87,1	95,2	93,8
2	87,5	87,6	79,7
3	87,0	95,5	89,5
4	90,5	88,9	91,3
5	88,9	94,8	91,1

¹⁾ Vgl. TE WECHER, A., Het Hout, Zutphen, 1923?

²⁾ KNUCHEL, H., Der Einfluss der Fallzeit auf die Eigenschaften des Buchenholzes. Mitt. d. Schweiz. Anst. f. d. Forstl. Versuchsw., XIX, 1935, 154 e.v.

De oorzaak van deze verschillen ligt ongetwijfeld voor een deel in het feit, dat het eene blokje meer „rijphout” bevat dan het andere; ofschoon de blokjes zooveel mogelijk uit overeenkomstige plaatsen uit de schijven zijn gezaagd, is dit, vooral bij stammen met een excentrisch gelegen hart niet te vermijden.

Bij de velling van 18 Mei 1937 werd een aantal series hout te drogen gelegd in de houtopslagplaats van de afdeling Boschexploitatie van het Instituut voor Boscbouwkundig onderzoek te Wageningen. De blokjes lagen op een gaasbodem, zoodat de lucht aan alle kanten vrij kon toetreden. De uitdroging werd begunstigd door het fraaie weer en verliep snel. In twee dagen hadden de blokjes reeds ongeveer 25% van het in het hout aanwezige vocht verloren ¹⁾, in 4 dagen reeds 50%, in 9 dagen 70%. Na 5 weken was het hout ongeveer luchtdroog, en bedroeg het verlies rond 80%.

Direct na het verzagen werd van elke stam een blok van $5 \times 5 \times 15$ cm in de stoof bij 105° C gedroogd tot constant gewicht. Uit het gewichtsverlies werd het vochtgehalte berekend en uitgedrukt in % van het natgewicht en % van het drooggewicht. Nu werd aangenomen, dat alle blokken van een zelfde stamstuk, het voor die stam gevonden vochtgehalte hadden, (hetgeen maar bij benadering juist is) en uit het nat gewicht, voor elk blok, het totaal vocht berekend.

Daar het de bedoeling was, de thyllenvorming na te gaan in hout, dat ongeveer 25, 50, 70 en 80% van het totale vocht had verloren, werd uit het berekende totaal vocht van elk blokje, een te bereiken gewicht berekend. De blokjes werden elke dag gewogen, en bij het bereiken van het gewenschte gewicht werden twee series van elk drie blokjes overgebracht naar de warme kas, waar de omstandigheden tot het vormen van thyllen optimaal kunnen worden genoemd. Eén serie werd op de grond gelegd, zoodat de blokjes vrijelijk vocht konden opnemen; de vochtopname bedroeg per blokje ongeveer 35 gram. De blokjes van de andere serie werden in cylinderflesschen bewaard, waardoor het gewicht van het hout niet of nauwelijks veranderde. De lucht in de cylinderflesschen werd van tijd tot tijd ververscht. Na 4 weken werden beide series gefixeerd en op thyllen onderzocht.

Een derde serie werd op het oogenblik van overbrengen van beide bovengenoemde series naar de warme kas gefixeerd, om vast te stellen, of deze bij het overbrengen nog thyllenvrij waren, hetgeen bij alle, direct na uitdroging gefixeerde, blokjes het geval bleek.

Drie blokjes van een vierde serie dienden voor een vochtanalyse, om

¹⁾ Bij deze proeven worden de vochtverliezen steeds aangegeven in % van het totale vocht, en niet, gelijk gebruikelijk is, in % van het absolute drooggewicht; en wel, omdat een verlies van b.v. 25% van het geheele vochtgehalte fysiologisch meer zegt, dan een vochtverlies van 22% van het absolute drooggewicht, welk overigens op hetzelfde neerkomt.

een indruk te krijgen van de vochtverdeling in het blokje, nadat het hout een deel van het vocht had verloren. Daartoe werden de blokken verzaagd in 27, zooveel mogelijk gelijke stukjes, die dus zoowat $1,3 \times 1,3 \times 5$ cm groot waren. De stukjes werden, onmiddellijk na verzagen, gewogen tot op 5 milligram, in de stoof bij 105° gedroogd tot constant gewicht; voor elk stukje werd het vochtgehalte, en hieruit het vochtverlies in % van het totaal vocht berekend. Nu bleek uit de gevonden vochtgehalten der 27 stukjes, dat de uitdroging allerm minst gelijkmatig plaats had. De cijfers in tabel 13 geven hiervan een indruk.

TABEL 13.

Blok no	Stam no	Voorgeno- men uitdr. %	Werkel. uitdr. % A	Min. uitdr. B	Max. uitdr. C	Ampli- tude B-C	Vershil max. gem. C-A	Vershil min. gem. A-B
1	29	25	26,5	16,1	38,7	24,6	14,2	10,4
2	30	25	25,5	15,5	34,1	18,4	8,6	10,0
3	31	25	25,4	22,1	31,0	8,9	5,6	3,3
4	29	50	49,6	43,1	56,9	13,6	7,3	6,5
5	30	50	51,1	45,2	55,0	9,8	3,9	5,9
6	31	50	51,2	44,5	57,4	12,9	6,2	6,7
7	29	70	69,8	59,0	74,9	15,9	5,1	10,8
8	30	70	67,2	58,3	73,5	15,2	6,3	8,9
9	31	70	67,8	57,4	73,2	15,8	5,4	10,4
10	29	80	79,7	75,5	81,6	6,2	1,9	4,3
11	30	80	81,3	77,7	82,8	5,1	1,5	3,6
12	31	80	80,9	77,6	82,4	4,8	1,5	3,5

In het algemeen hadden de blokjes een natte kern van binnen, die rond 10% minder vocht verloren had, dan het gemiddelde vochtverlies bedroeg.

Wat nu de thyllenvorming bij de in de kas uitgelegde blokjes betreft, is het resultaat van het microscopisch onderzoek samengevat in tabel 14.

TABEL 14.

Aantal blokken	Vochtverlies gemidd. \pm	Mét vocht- opname	Aantal blokjes met thyllen	Zonder vocht-opname	Aantal blokjes met thyllen
6	25%	3	3	3	3
6	50%	3	3	3	1 ¹⁾
5	70%	3	0	3	0
6	80%	3	0	3	0

¹⁾ Begin van thyllenvorming in het midden van het blokje.

Bij het doorzoeken van de praeparaten is er speciaal op gelet, waar in het blok nog thyllen werden gevormd; hierbij bleek, dat de thyllen, althans voor zoover betreft het radiaire middenvlak, tot vlak aan de rand regelmatig door het blok verspreid waren. Nu kon de verdeling van het vochtverlies in het radiaire middenvlak opgemaakt worden uit de analyses der 27 stukjes; voor drie graden van uitdroging is deze schematisch in onderstaande figuren 8, 9 en 10 aangegeven.

RADIAIRE MIDDENVLAK, VOCHTVERL. % TOT. VOCHT.

fig. 8	32,3	31,1	34,7	Uitdroging gem. 25%
	18,9	16,1	22,1	
	25,9	17,1	17,5	
fig. 9	53,7	51,0	56,5	gem. 50%
	46,8	45,4	48,3	
	46,4	44,5	47,2	
fig. 10	70,1	66,3	70,8	gem. 70%
	63,2	59,0	64,1	
	67,6	66,4	67,6	

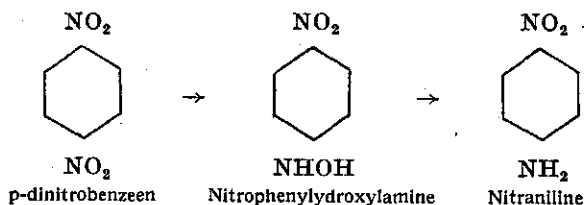
Nu waren er van de onderzochte blokken slechts 3, waarin thyllen werden gevormd, zonder dat daarbij vocht werd opgenomen. Vochtanalyses van deze blokken, nadat zij 4 weken in een cylinderflesch waren bewaard (nl. van de niet voor microscopisch onderzoek gebruikte helft) wezen uit, dat het vocht daarin ten minste even onregelmatig verdeeld was als op het oogenblik, waarop verdere uitdroging werd verhinderd. Het grootste vochtverlies in het radiaire middenvlak bedroeg bij dit soort blokjes rond 35% (zie fig. 8).

In de blokjes die tot gemiddeld 50% verlies van het totale vocht waren uitgedroogd, bedroeg het kleinste verlies rond 45% (zie fig. 9), hierbij werden geen thyllen meer gevormd. De grens waarbij het hout het vermogen tot thyllenvorming verliest, moet dus liggen bij 40 à 45% vochtverlies. Bij vochtopname is het dan nog in staat om thyllen te vormen. Nu bedroeg het grootste verlies in het radiaire middenvlak in deze blokken rond 55% (zie fig. 8), terwijl het kleinste verlies in de blokken, die tot gemiddeld 70% werden uitgedroogd, rond 60% bedroeg (fig. 7). In deze blokken werden, ook na vochtopname, geen thyllen meer gevormd. De grens, waarbij het vermogen tot thyllenvorming definitief verloren, gaat ligt dus bij een vochtverlies van rond 55-60% van het totale gehalte.

Hoewel deze cijfers met die van bij een, hierna te beschrijven proef gevondene aardig overeenstemmen, is toch wel eenige voorzichtigheid geboden. Want hoe het water in het hout is verdeeld, of het vrij in de celholten en intercellulair aanwezig is, dan wel fysisch of chemisch aan de houtelementen is gebonden, of dat beide het geval is, men weet het niet. Van transport door de mergstralen is evenmin iets bekend. Uit de vochtanalyses kon worden opgemaakt, dat er in de 4 weken, dat de blokken in de cylinder verbleven, geen groote verschuivingen in het vochtgehalte plaats vonden. De kern bleef natter dan het hout aan de randen. Dit sluit niet uit, dat er, b.v. door de mergstralen, een gering vochttransport plaats had, dat bij de gevolgde methode niet te meten is, maar dat voldoende is voor thyllenvorming.

Bij al de proeven over het vochtgehalte is getracht na te gaan, of met behulp van dinitrobenzeen ademhaling van het hout kon worden aangetoond, en of ademhaling correleerde met vermogen tot thyllenvorming. Dinitrobenzeen, $C_6H_4(NO_2)_2$, is, volgens GUREWITSCH¹⁾, een stof, die gemakkelijk zuurstof afstaat en waterstof opneemt, en bij ademen de dierlijke en plantaardige cellen de atmosferische zuurstof kan vervangen.

De reactie verloopt dan volgens



de laatste omzetting alleen bij zeer krachtige ademhaling.

Hierbij heeft een kleuromslag plaats; de kleurloze oplossing van dinitrobenzeen wordt helder geel. Bij toevoeging van eenige druppels verdunde ammoniak aan de gele oplossing, wordt deze onbestendig rood of blauw, al naar men zuivere para- of ortho-dinitrobenzeen heeft gebruikt, of paars, wanneer men werkt met onzuivere meta-dinitrobenzeen, dat voldoende van beide isomeren bevat.

Levend, versch geveld beukenhout, in een suspensie van dinitrobenzeen gebracht, vertoont dit verschijnsel duidelijk. Maar in twijfelgevallen, waarin men niet weet, of het hout nog leeft of niet leeft, is het resultaat van een dinitrobenzeenproefje zelden zóó, dat het een duidelijke aanwijzing geeft.

¹⁾ GUREWITSCH, ALEXANDER, Ber. D. Bot. Ges. 53, 303, 1935. Daar verdere literatuur.

OLIVIER, S. C. J. et EBES, K., Recueil d. trav. chim. des Pays Bas 55, 7, 1936.

EBES, K., Med. L.H.S., 40, 2, 1936, pag. 19-21.

Bij beukenhout doen zich bij deze reactie nog een paar complicaties voor. Allereerst geeft beukenhout, dat eenige tijd na de velling wordt onderzocht, met water een lichtbruin extract, dat het waarnemen van de kleuromslag bemoeilijkt. Door dit extract af te gieten, en het hout opnieuw in een suspensie te brengen, kan men deze moeilijkheid ontgaan. Bovendien reageert dit extract met ammoniak, en geeft daarmee een donkere verkleuring, die echter later optreedt dan de omslag van geel naar paars van dinitrophenylhydroxylamine. Verder blijft bij zwak ademende objecten, waarbij langzaam een gele kleur in de vloeistof optreedt, de omslag naar paars uit, indien men geen voorzorg neemt, dat de ademhalingsreactie zonder toetreden van de buitenlucht plaats vindt. Last not least; werkt men in twijfelgevallen niet in steriele omstandigheden (wat veelal niet mogelijk is), dan worden de resultaten geheel onbetrouwbaar.

Zoo kon ademhaling zonder twijfel worden vastgesteld bij hout uit de ijskast, bij hout, dat in de loods 25 en 50% vocht had verloren en bij het hout, dat gebruikt werd voor onderzoek naar de invloed van schimmels (steriele omstandigheden!). Hierbij verliep de reactie snel; in alle overigen gevallen waren de resultaten twijfelachtig, vooral bij het hout uit de warme kas. Een contrôle toonde dit aan. Hout, dat bij 105° C was gedroogd, werd met de luchtpomp volgezogen met water, uitgelegd in de warme kas, en na 4 weken onderzocht op ademhaling. De reactie was positief, terwijl ademhaling door het hout uitgesloten was.

Tenslotte is nog een onderzoek gedaan naar de snelheid van uitdroging, welke noodig is, om thyllenvorming bij optimale temperatuur te voorkomen. Hiertoe werden 4 series van 3 blokken uitgelegd in de houtloods en dagelijks gewogen. Bij de eerste serie had de uitdroging plaats door de kopsche, bij de tweede door de radiaire, bij de derde door de tangentieele en bij de vierde door alle vlakken. Hiertoe waren de blokken gedeeltelijk met stanniol beplakt. Ter contrôle waren 3 blokken geheel met stanniol beplakt, deze verloren per week ongeveer 1 gram aan gewicht, waaruit bleek, dat met stanniol een deugdelijke afsluiting werd verkregen.

In tabel 15 zijn de vochtverliezen in % van totaal vocht weergegeven.

Het resultaat van het microscopische onderzoek vindt men in de laatste kolom. Alléén de blokjes, die in de eerste week van de proef rond 25% verloren, hadden thyllen gemaakt, een cijfer, dat met de resultaten van de vorige proef aardig overeenstemt. Uit de proef kan uiteraard geen conclusie getrokken worden omtrent de uitdroging door verschillende vlakken, omdat deze niet gelijk waren. De verdampende oppervlakken verhielden zich globaal als 1 : 3 : 3 : 7.

TABEL 15.

Blok no	Uitdr. door	Vochtverlies % totaal vocht op					Thyllen
		19/5	26/5	2/6	9/6	16/6	
1	dw vlak	0	22,3	48,4	54,3	57,2	+
2		0	23,2	51,2	58,2	61,5	+
3		0	21,7	44,5	50,1	53,4	+
4	rad. vlak	0	48,6	60,2	64,1	66,7	-
5		0	45,0	56,7	59,9	62,5	-
6		0	52,6	67,1	70,8	73,5	-
7	tg vlak	0	37,3	52,4	57,5	60,7	-
8		0	36,8	57,3	62,4	65,5	-
9		0	45,3	64,7	69,3	72,2	-
10	alle vlakken	0	55,7	69,0	72,2	73,6	-
11		0	63,1	75,6	78,1	79,4	-
12		0	61,1	74,0	76,9	78,1	-

SAMENVATTING

1. Het vermogen tot het vormen van thyllen gaat bij beukenhout verloren bij een verlies van 40-45% van het totale in het hout aanwezige vocht.
2. In hout, tot die grens uitgedroogd, kunnen, na vochtopname, nog wel thyllen worden gevormd.
3. Bij rond 60% verlies van het totaal vocht worden, ook na vocht-opname geen thyllen meer gevormd.
4. Thyllenvorming in beukenhout kan worden voorkomen door zeer snel uitdrogen tot laatstgenoemde grens.

HOOFDSTUK VI

OVER HET ONTSTAAN VAN DE THYLLEN EN DE OORZAAK
HIERVAN

Bij de beuk ontstaan de thyllen uit mergstraalcellen; dit kon met zekerheid worden geconstateerd aan een reeks doorsneden, die als volgt werd verkregen.

Bij de velling van 15 Januari 1936 werden blokjes uitgelegd in de warme kas, en deze na 4, 8, 12, 17 en 20 dagen gefixeerd. Van deze blokjes zijn behalve radiaire, ook enkele tangentieele coupes gemaakt. De serie praeparaten van deze blokjes geeft een duidelijk beeld van de ontwikkeling van de thyllen, bij beuk uitsluitend uit de mergstraalcellen, die aan de vaten grenzen. De thyllen vertoonen zich aanvankelijk als kleine ronde bolletjes op de stippels, welke bolletjes die allengs grooter worden tot zij elkaar of de vaatwanden raken. Vgl.

Pl. I fig. 1, 2. Daarna groeien zij axiaal uit en vullen het vat geheel. Twee ver uitgroeide thyllen, die elkaar raken, vormen een vrijwel horizontaal tusschenschot in de vaten. Thyllen, die uit het strengparenchym ontstonden, heb ik niet gevonden. In jonge thyllen is dikwijls een kern waar te nemen.

Bij het doorzoeken van de met picro-anilineblauw gekleurde praeparaten, waarin zeer jonge thyllen werden gevonden, viel het op, dat de onderste en bovenste cellen van smalle mergstralen, die nog geen thyllen hadden gevormd, intensief blauw waren gekleurd, hetgeen in de praeparaten van hout, dat direct na de velling was gefixeerd, nooit het geval is. Dit zou wijzen op een plasma-ophooping in de mergstraalcel voor deze een thylle vormt; de jonge thyllen waren eveneens door een donkerblauwe kleur onderscheiden van de oude thyllen. Bij oude thyllen kon vrijwel nooit worden vastgesteld uit welke parenchymcel zij waren ontstaan. (Vgl. Pl. I fig. 3).

Wat nu betreft de oorzaak van de vorming van thyllen in beukenhout, bij de in de vorige hoofdstukken beschreven proeven waren ervaringen opgedaan, die er toe geleid hebben, de proeven van KLEIN na te werken. Zooals op blz. 11 opgemerkt, beschouwt KLEIN als oorzaak van thyllenvorming de aanwezigheid van lucht in de vaten.

Enkele dezer ervaringen waren de volgende:

Bij de proeven over thyllenvorming in hout, dat door uitdroging een deel van zijn vocht had verloren, werd gezocht naar een methode, om het hout na uitdrogen weer gelijkmatig te bevochtigen. Hiertoe werden o.a. blokken, die bezwaard waren, onder water met een luchtpomp uitgepompt, zoodat deze na het toelaten van de buitenlucht groote hoeveelheden water opnamen. Deze blokken werden in de warme kas gebracht en daarin werden vrijwel geen thyllen gevormd. Nu maakten de mergstraalcellen niet de indruk, dat zij dood waren. Daarom werd een contrôle aangezet; 3 blokken versch geveld hout, werden, na volpompen met water, naast drie onbehandelde blokken, in de kas uitgelegd; bij microscopisch onderzoek bleek, dat de onbehandelde blokken veel thyllen, de met water volgepompte blokken uitermate weinig thyllen hadden. Deze waarneming klopte met hetgeen KLEIN gevonden had, nl. dat een parenchymcel slechts een thylle vormt, indien zij aan lucht grenst.

Dat lucht in de vaten de thyllenvorming sterk stimuleerde, bleek uit de vergelijking van de praeparaten van de vergelijkende proeven bij 10° en 15° C (Hoofdstuk III). De blokjes van de eerste proef hadden rond 10% van het natgewicht verloren, die van de tweede proef waren van het begin van de proef af tegen vochtverlies beschermd. In de blokjes van de eerste proef was de thyllenvorming veel krachtiger dan in die van de tweede proef.

Hetzelfde werd waargenomen bij twee series blokken, afkomstig van dezelfde velling, die twee dagen na elkaar werden uitgelegd in de warme kas, en daar elk 4 weken bleven. De serie, die het laatst uitgelegd werd, had door uitdroging 25% van het totale vochtgehalte verloren; de thyllenvorming was hierin veel heviger dan in de eerste serie, die dadelijk na de velling in de warme kas uitgelegd was.

Nu moet men met het trekken van conclusies, op grond van de mate van thyllenvorming in blokjes van verschillende stammen, uitermate voorzichtig zijn. Bij het doorzoeken van de ruim 1600, voor dit onder-

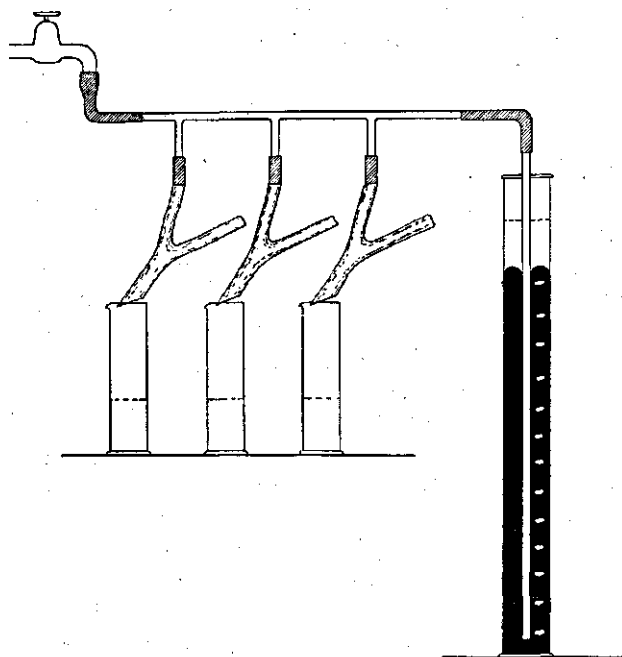


Fig. 11

zoek vervaardigde doorsneden van 5×5 cm, is dit herhaaldelijk gebleken. BROEKHUIZEN en ook BROESE van GROENOU¹⁾ wezen bereids op de onmogelijkheid om een objectieve maatstaf voor de mate van thyllenvorming op te stellen. Hun opgaven over de mate van thyllenvorming berusten dan ook op een schatting.

Bij de resultaten van dit onderzoek ontbreken in het algemeen opgaven over de mate van thyllenvorming, omdat bij het onderzoeken van praeparaten die op overeenkomstige plaatsen

uit het blokje gesneden waren, en ook op verschillende plaatsen in hetzelfde praeparaat, verschillen gevonden zijn, die een betrouwbare schatting onmogelijk maakten. En een onbetrouwbare schatting zou onvermijdelijk leiden tot het trekken van onvoldoende gefundeerde conclusies.

KLEIN ging de thyllenvorming na in takken, waarbij door een deel van de vaten lucht, door de overige vaten water werd geperst en gezogen. Hij vond, dat in het water vervoerende deel van de tak geen thyllen, in het deel, dat lucht bevatte, wel thyllen werden gevormd.

¹⁾ BROESE VAN GROENOU, Rapport Commissie Inlandsch Hout, Tweede deel, bijlage 5, Landsdr., 1937.

Deze proeven zijn op de volgende wijze met beukenhout nagewerkt:

Van een beuk werden onder water een drietal gaffeltjes gesneden. Het eene been van de gaffeltjes werd, eveneens onder water, aan de waterleiding aangesloten met behulp van een glazen buis, op een wijze, ontleend aan HUBER en SCHMIDT ¹⁾. De opstelling van de proef is in fig. 11 weergegeven. De druk in de leiding bedroeg 80 cm kwik. In de eerste dagen liepen groote hoeveelheden water door de takken, maar spoedig nam dit doorloopen sterk af. Er trad verstopping door slijmbacteriën en schimmels op, die echter de waterstroom niet geheel remde. Na 26 dagen werd de proef afgebroken.

Met behulp van saffranine 1% was het vaatverloop in een gaffel nagegaan. Bij splitsing in ongeveer gelijke takken, bleek het watervervoer plaats te hebben door de helft van het onderstuk (Pl. I, fig. 4). Bij microscopisch onderzoek der 3 gaffels bleek deze helft, en de tak waardoorheen water was geperst, volkomen vrij van thyllen, in de andere helft was een krachtige thyllenvorming opgetreden (Pl. I, fig. 5). Dat de takken bij deze proef niet dood gingen, bewees callusvorming, en een begin van overwalling van de wondvlakte van het in de lucht uitstekende been.

Dit resultaat was een volkomen bevestiging van hetgeen KLEIN in 1923 had gevonden. Een ander, hiermee volkomen overeenstemmend resultaat kwam door toeval aan het licht en wel bij het microscopisch onderzoek van de proef met het beukenstammetje, dat in 7 cm stukjes was verzaagd, welke stukjes na desinfectie in buizen waren bewaard (blz. 35). Hierbij was een van de stukjes door het voetje gezakt, en stond met het onderende in het water. Hierdoor droogde het niet uit, het zoog zelfs water op, en bleef thyllenvrij. In de buis trad geen schimmelgroei op.

Dit resultaat leidde, mede omdat bij de proef met de gaffeltjes de contrôles ontbraken, tot een derde proef, waarbij 5 series van 3 takstukjes van 7 cm in buizen werden gebracht. Van de eene serie rustten de stukjes op glazen voetjes; zij droogden uit en maakten thyllen. Zij werden na 3 weken gefixeerd. De overige series, waarvan de stukjes met het onderende in het water stonden, hadden, blijkens de contrôle, toen nog geen thyllen. Vervolgens werd een serie blokjes uit het water gehaald en met het onderende op een glazen voetje gezet, en na wederom 3 weken gefixeerd. Deze hadden nu wel thyllen, terwijl stukjes, die zes weken in water stonden, nog thyllenvrij bleken. Daar met dinitrobenzeen nog een krachtige ademhaling kon worden aangetoond in hout, dat 6 weken in het water had gestaan, behoeft niet te worden aangenomen, dat het uitblijven van thyllenvorming in deze blokjes aan andere oor-

¹⁾ HUBER, B. und SCHMIDT, E., Tharandter Forst. Jahrb. 87, 5, 406 e.v.

zaken, dan het ontbreken van lucht in de vaten moet worden toegeschreven.

Kort samengevat is het resultaat van deze proef het volgende:

TABEL 16.

Aantal blokjes	Behandeling	Aantal blokjes met thyllen
3	3 weken lucht	3
3	3 weken water	0
3	3 weken water + 3 weken lucht	3
3	3 weken water	0
3	3 weken water	ademhalings- reactie +

Met deze proef is dus aangetoond, dat de aanwezigheid van lucht in de vaten een voorwaarde is voor thyllenvorming in geveld beukenhout. In hoeverre schimmels, of door schimmels afgescheiden fermenten hierbij een rol spelen, zal wel nooit uit te maken zijn, omdat men van het materiaal nooit kan weten, of het stamt uit een werkelijk volkomen schimmelvrije beuk. Bij de proeven met beukenstammetjes, die in 7 cm lange stukjes werden verzaagd, is gebleken, dat men praktisch uit elk dood takstompje een schimmel kan isoleren. Bovendien is van de aard van deze fermenten en van hun werking nog te weinig bekend.

Evenmin is uit te maken, in hoeverre wondhormonen de thyllenvorming beïnvloeden, omdat men geen lucht in de vaten kan brengen, zonder de plant te verwonden.

Behalve de door KLEIN aangegeven oorzaak (lucht in de vaten), treft men zooals reeds op blz. 10-12 werd gememoreerd in de literatuur andere gegevens over de oorzaak van thyllenvorming bij beuk aan. Zoo is MÜNCH van meening, dat thyllen kunnen ontstaan door inwerking van schimmels, als gevolg van een wondprikkel, door het binnentreden van zuurstof en door drukverandering. BROEKHUIZEN, en ook LOHSE, vonden thyllen als gevolg van de inwerking van chemische stoffen. Verder is bekend, dat na strenge winters bij beuk een zgn. vorstkern optreedt, waarbij eveneens thyllen worden gevormd. Nu kon het mogelijk zijn, dat in al deze gevallen een verandering optreedt in de osmotische waarde van de mergstraalcellen, en dat deze verandering als directe oorzaak van thyllenvorming moest worden aangemerkt.

Om deze hypothese te toetsen, werd een proef aangezet met 7 cm lange stamstukjes, die nu echter niet in water, maar in oplossingen van verschillende moleculaire concentratie in wijde cultuurbuizen werden geplaatst. In verband met de door URSRUNG en BLUM¹⁾ op-

¹⁾ URSRUNG u. BLUM, gecit. door KOSTYTSCHEW-WENT, Lehrbuch der Pflanzenphysiologie, pag. 46, Berlin, 1931.

gegeven osmotische waarde van ongeveer 0,92 atm. bij de mergstraalcellen van de beuk, werden de volgende oplossingen gekozen: riet-suiker van 0,05 m, 0,1 m, 0,2 m, 0,4 m en 0,6 m per liter, waarvan de osmotische waarden rond 1,25, 2,5, 5, 10 en 15 atm. bedragen; verder oplossingen van glycerine 0,2 m en KNO_3 0,2 m; als contrôle dienden blokjes op gedestilleerd water en blokjes in lucht. Bovendien werd een serie blokjes op 0,1 m suikerwater gezet, en na telkens 3 dagen overgebracht in een oplossing van hooger concentratie. Gewerkt werd met 3 parallellen. Voor de aanvang der proef, werden de oplossingen gesteriliseerd, en de blokjes uitwendig gedesinfecteerd door 5 minuten onderdompelen in sublimaat 0,2%, gevolgd door afspoelen. De buizen met hout werden in een stoof bij 25°C const. bewaard; na 15 dagen werd het hout microscopisch onderzocht. Hierbij bleek, dat alleen in de blokjes, die niet met het onderende in een vloeistof stonden, en die dus konden uitdrogen, thyllen waren gevormd; alle overige blokjes, ook die, welke met hun onderenden in de oplossingen stonden, waren thyllenvrij.

Deze voorloopige proefneming wijst er wel op, dat ook hier het ontbreken van water, en niet een turgorverandering op zichzelf, voldoende is, om thyllenvorming te voorschijn te roepen. Ik heb mij, mede met het oog op de beperkte tijd, van een diepgaand en methodisch betrouwbaarder onderzoek in deze moeten onthouden.

In de reeds in de inleiding geciteerde samenvatting van BROEKHUIZEN, komt deze tot een geheel tegengestelde conclusie, nl. dat binnendringen van lucht in de vaten niet van invloed is op de vorming van de thyllen, noch door het spanningsverschil dat ontstaat, noch door het zuurstofgehalte. Hij grondt deze conclusie op de volgende overweging:

„Indien het nu waar is, dat dit binnendringen (van lucht) de oorzaak zou zijn van de vorming van thyllen, dan zou men dus ook thyllenvorming kunnen verwachten over de geheele afstand waarover de lucht in de vaten is binnengedrongen.”

En daar nu de thyllen niet overal ontstaan, waar lucht in de vaten aanwezig is, meent BROEKHUIZEN, dat lucht geen oorzaak kan zijn van thyllenvorming.

Gezien bovenstaande ervaringen, gaat deze conclusie te ver.

Bij de overige door BROEKHUIZEN met beukenhout ondernomen proeven, met andere „prikkels”, over de oorzaken van thyllenvorming zijn geen voorzorgen genomen, dat de prikkel op de boom werd uitgeoefend zonder binnentreden van lucht. Bovendien ontbreken bij BROEKHUIZEN in de meeste gevallen gelijkwaardige contrôles; zoo worden b.v. gevolgen van injecties met chemische stoffen vergeleken met snoeiwonden. Het komt mij dan ook voor, dat deze onderzoekingen, gezien mijn eigen ervaringen, het door KLEIN gevondene omtrent de oorzaak van thyllenvorming, allerminst te niet doen.

SAMENVATTING

1. Thyllen ontstaan uit de mergstraalcellen, die aan de vaten grenzen.
2. De „oorzaak” van thyllenvorming in geveld beukenhout is de aanwezigheid van lucht in de vaten. De rol die schimmels, wondhormonen e.d. spelen is onbekend.

HOOFDSTUK VII

SLOT

Nu de factoren bekend zijn, welke de thyllenvorming in geveld beukenhout bepalen, rijst de vraag, wanneer men beuken moet vellen, en hoe men beukenhout moet behandelen, om daarin thyllenvorming te voorkomen, opdat het hout zijn geschiktheid voor dwarsliggers behoudt.

De oorzaak van thyllenvorming, nl. het binnendringen van de lucht in de vaten, kan men niet voorkomen; men is dus aangewezen op velling in een jaargetijde, waarin de temperatuur zoo laag is, dat de thyllenvorming uiterst langzaam optreedt. Daar het vochtgehalte van het hout hierbij een groote rol speelt, zal wintervelling alleen niet voldoende zijn; daarnaast dienen maatregelen genomen te worden, om het hout zoo snel mogelijk te drogen, hetgeen kan geschieden door het hout zoo spoedig mogelijk na de velling uit het bosch naar de zagerij te vervoeren en te verzagen.

Aangezien uit de proeven met de blokjes van $5 \times 5 \times 15$ cm geen conclusies te trekken zijn omtrent de uitdroging van stukken hout van grooter afmeting, zullen hierover met dwarsliggers proeven moeten worden gedaan, om uit te maken hoe snel de uitdroging verloopt en in hoeveel tijd men in ongunstige omstandigheden in de winter, een graad van uitdroging kan bereiken, waarbij geen thyllenvorming meer optreedt.

Daar gebleken is, dat thyllenvorming ook optreedt in schimmelvrij hout, en bovendien, dat bij een normale manier van vellen en verzagen van beukenstammen, op een nog onbekende wijze, schimmelsporen in het hout komen, welke bij een grondige uitwendige desinfectie niet worden achterhaald, zal men van het bestrijken van het hout met fungiciden, ter voorkoming van thyllenvorming, geen effect kunnen verwachten.

ZUSAMMENFASSUNG

In vorliegender Arbeit wird berichtet über Untersuchungen über Thyllenbildung in gefälltem Rotbuchenholz, welche Thyllenbildung das Holz für Schwellenholz unbrauchbar macht, indem sie eine zulängliche Imprägnierung ausschliesst.

LITERATUR

Nach TUSZON (1905) sollen die Parenchymzellen des Holzes ausschliesslich durch die Einwirkung von Pilzfäden zur Thyllenbildung angeregt werden. MÜNCH (1910) aber fand, dass auch steriles Buchenholz Thyllen bildet. BROEKHUIZEN (1929) meint, es bestehe ein deutlicher Zusammenhang zwischen der Temperatur, dem Saftstrom, dem Austreiben der Knospen und dem Vermögen zur Thyllenbildung (Tabelle 1 Seite 11). Was die Ursache der Thyllenbildung anbelangt schreibt BROEKHUIZEN „der durch Eindringen von Luft in den Gefässen hervorgerufene Spannungsunterschied hat ebenso wenig Einfluss auf die Thyllenbildung wie die damit verbundene Sauerstoffzufuhr; die Unterbrechung der Wasserzufuhr verursacht keine Thyllenbildung. Thyllen werden auch in solchen Gefässen gebildet, wo die Wasserleitung nicht unterbrochen ist“. KLEIN (1923), fand als Ursache der Thyllenbildung den Zutritt von Luft in die Gefässe; solange letztere nur Wasser führen, werden keine Thyllen gebildet. Schliesslich meint LOHSE (1920, 1924), dass die Thyllen gebildet werden durch korrelative Gewebespannungsunterschiede, deren sichtbaren Ausgleich sie darstellen.

METHODIK

Das für die Untersuchungen verwendete Holz rührte von 100–120 j. Rotbuchen von etwa 25–30 cm Durchmesser her. Von dem gefällten Baum wurde ein ungefähr meterlanges Stück abgesägt und sofort abgeführt. Am nächsten Tag wurde das Stammstück in Scheiben von 15 cm zerlegt; aus diesen Scheiben wurden Klötzchen von $5 \times 5 \times 15$ cm gesägt. Diese Klötzchen wurden verschiedenen Umständen ausgesetzt; nachher wurden sie durch Kochen mit Wasser abgetötet und die radiale Mittelfläche mikroskopisch auf Thyllen untersucht (Fig. 1–4, S. 13). Es wurde mit 5, später mit 3 Parallelen gearbeitet.

ERGEBNISSE

a. Einfluss der Fällungszeit.

Um den Einfluss der Fällungszeit auf das Vermögen zur Thyllenbildung zu untersuchen wurden am 1. Dez. 1935, am 15. Januar 1936, am 1. März usw. jede 6 Wochen Buchen gefällt. Klötzchen aus diesen

Buchen wurden am Boden eines geheizten Gewächshauses ausgelegt und nach 4 Wochen auf Thyllen untersucht. In allen Klötzchen hatten sich Thyllen gebildet, sodass ein Zusammenhang zwischen Temperatur, Saftstrom, Knospen treiben und dem Vermögen zur Thyllenbildung nicht anzunehmen ist; es kommt ja in den Mustern weder ein Knospentreiben noch ein „Saftstrom“ überhaupt in Frage. Ein Einfluss der Rinde auf die Thyllenbildung, etwa als Lieferant von Reservestoffen, konnte nicht festgestellt werden.

b. Einfluss der Temperatur.

Bei den Untersuchungen über den Einfluss der Temperatur wurde der Wassergehalt des Holzes nach Möglichkeit konstant gehalten. Für die Versuche bei 1° C, 3° C und 5° C wurden Klötzchen von $2,5 \times 2,5 \times 7,5$ cm verwendet, welche in Kulturgläsern über Wasser aufbewahrt wurden. Hierbei trat Thyllenbildung auf nach 147, 85 bzw. 40–55 Tagen. Für die übrigen Versuche wurden Klötzchen von $5 \times 5 \times 15$ cm verwendet, deren radiale und tangentielle Flächen mit Paraffin (Smp. 42–44° C) überzogen worden waren. Bei 10° C wurden Thyllen gefunden nach 12 Tagen, bei 15° C nach 7 Tagen und bei 20–26° C nach 4–8 Tagen. Auch wurde der Einfluss niedriger Temperaturen untersucht. Hierbei stellte sich heraus, dass bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt keine Thyllen gebildet werden, dass aber das Vermögen zur Thyllenbildung dabei ungeändert erhalten bleibt, sogar nach einem Verweilen von 3 Wochen bei –15 bis –20° C. In Klötzchen, welche ungeschützt gegen die Witterung im Walde aufbewahrt wurden, wurden Thyllen gebildet zwischen dem 23. März und dem 16. Oktober 1936. Das Vermögen zur Thyllenbildung ging im Winter nicht verloren.

c. Einfluss von Pilzfäden.

Zuerst wurde die Wirkung von *Stereum purpureum* (nach Tuszon ein Pilz, der lebendes Buchenholz angreifen kann) auf auswendig desinfiziertem Holz untersucht; die angewandte Methode auswendiger Desinfektion erwies sich aber als unzulänglich. Sodann wurden an zuvor in Dampf sterilisiertem Holz, nach Zersägen und Bearbeiten des Klötzchens in 48 Teilen (siehe Abb. 6 S. 32) verschiedene Methoden auswendiger Desinfektion versucht; hierbei erwiesen sich 2 Minuten Sublimat 0,2%, abspülen, 1 Min. Alkohol 96%, abbrennen, und 5 Min. Sublimat 0,2%, abspülen in Leitungswasser zwar zur Sterilisation brauchbar; die Anwendung von Alkohol aber veranlasste ein sicheres Absterben des Holzes, sodass nur die zweite Methode, 5 Min. Sublimat 0,2%, beibehalten werden konnte.

Mit diesen beiden Methoden wurden Klötzchen von $1 \times 1 \times 5$ cm untersucht, sie wurden dazu, nachdem sie gehobelt, nummeriert und auswendig desinfiziert waren, in Kulturröhren über Wasser 10 Wochen

lang bei 25° C aufbewahrt. In den Kontrollen traten 0, 0, 0 und 20% Pilzverunreinigungen auf, im lebenden Holz aber 25, 5, 62 und 62% (siehe Tabellen 8 und 9 S. 31). Hieraus ergibt sich, dass die aus dem lebenden Holz herauswachsenden Pilze schon beim Zersägen des Holzes in dem Baum anwesend waren. Um zu untersuchen, ob dies auch schon der Fall ist im noch im Walde stehenden Baum, wurden mit einem Presslerschen Zuwachsbohrer aus 10 Bäumen je 3 etwa 8 cm lange Bohrspäne steril ausgebohrt und in Röhren aufbewahrt. In nur 2 dieser 30 Röhren trat eine Verunreinigung durch Pilze auf. Angenommen wird also, dass die aus dem Holz herauswachsenden Pilze, wahrscheinlich als Sporen, während der Fällung und des Zersägens des Stammes in das Holz hineingeraten. Der Name der meisten dieser Pilze konnte nicht festgestellt werden.

Steril gebliebenes und von Pilzen befallenes Holz wurde mikroskopisch untersucht; in beiden waren Thyllen gebildet, wobei keine Unterschiede gefunden wurden. Weiter wurde ein 3 cm dickes Buchenstämmchen in 7 cm lange Stücke zerlegt, die Stücke geschält, auswendig desinfiziert und in Kulturgläsern aufbewahrt. Das Holz blieb über eine Länge von 70 cm steril. In allen Klötzchen wurden Thyllen gebildet. Ob hierbei etwa schon vorhandene, von Pilzen herrührende Fermente (?) eine Rolle gespielt haben, ist natürlich nicht zu entscheiden; fest steht aber, dass die Anwesenheit von Pilzfäden selbst nicht notwendig ist, um die Parenchymzellen zur Thyllenbildung anzuregen.

d. Einfluss des Wassergehaltes.

Der Einfluss des Wassergehaltes wurde untersucht an Klötzchen von 5 × 5 × 15 cm. Aus einer Analyse wurde für jedes Klötzchen der totale Wassergehalt berechnet. Als dann wurden Serien Klötzchen in einem Holzschuppen zum Austrocknen ausgelegt bis sie rund 25%, 50%, 70% und 80% ihres Wassergehaltes verloren hatten. Hieraus wurden jeweils 2 Serien von je 3 Klötzchen in ein Gewächshaus übergebracht. Eine dieser Serien konnte frei Wasser aufnehmen, die zweite wurde so aufbewahrt, dass keine Gewichtsänderungen auftraten. Die Klötzchen einer dritten Serie wurden in 27 gleiche Stückchen zersägt und von jedem Stückchen der Wassergehalt bestimmt, um einen Einblick zu gewinnen in die Wasserverteilung innerhalb der zum Teil ausgetrockneten Klötzchen. Nach 28 Tagen wurden die im Gewächshaus ausgelegten Klötzchen mikroskopisch untersucht. Gefunden wurde, dass bei rund 25% Wasserverlust, auch ohne Wasseraufnahme noch Thyllen gebildet werden. Bei rund 50% Wasserverlust wurden nur noch Thyllen gebildet bei Wasseraufnahme, ohne Wasseraufnahme blieb Thyllenbildung aus. Bei 70 und 80% Wasserverlust unterblieb jede Thyllenbildung (siehe Tabelle 14 Seite 40). Aus der Wasserverteilung in der radialen Mittelfläche und an den Stellen, wo die Thyllen gebildet wurden,

konnten die Grenzen der Thyllenbildung etwas genauer bestimmt werden (Fig. 8–10 S. 41). Thyllenbildung tritt bei rund 40–45% Wasserverlust nur noch auf nach Wasseraufnahme. Bei rund 60% Wasserverlust werden auch bei Wasseraufnahme keine Thyllen mehr gebildet.

Die Geschwindigkeit des Austrocknens hat auch Einfluss auf die Thyllenbildung. Klötzchen, zum Teil mit Stanniol beklebt, trockneten mehr oder weniger schnell aus; die Wasserverluste findet man in einer Tabelle auf Seite 44. Nur in den Klötzchen, die in der ersten Woche nicht mehr als rund 25% ihres Wassers verloren hatten, wurden Thyllen gebildet. Bei schnellerem Wasserverlust unterblieb jede Thyllenbildung.

e. Entstehung und Ursache.

Bei der Rotbuche entstehen die Thyllen ausschliesslich aus den Markstrahlzellen, welche an den Gefässen grenzen. Aus Holzparenchymfasern entstandene Thyllen fanden sich nicht vor.

Die bei oben beschriebenen Versuchen gemachten Erfahrungen veranlassten mich, die Versuche KLEINS über die Aetiologie der Thyllen an der Buche nachzuarbeiten. Hierzu wurden Gabeläste unter Wasser abgeschnitten und mit dem einen Bein an die Wasserleitung angeschlossen (Abb 11 S. 46). Durch das eine Bein der Gabel wurde Wasser gepresst unter einem Druck von 80 cm Quecksilber; Versuchsdauer 26 Tage. Im Wasserführenden Teil der Gabel wurden keine Thyllen gebildet, wohl aber im luftführenden Teil. (Tafel I fig. 4, 5.) Ein anderer Versuch ergab ähnliches; hier wurden drei 3 cm dicke Buchenstämmchen in 7 cm lange Klötzchen zersägt, und diese in Kulturgläsern aufbewahrt, wo sie mit ihren unteren Enden in Wasser standen. Nach drei Wochen hatten die Klötzchen noch keine Thyllen gebildet, wohl aber die Kontrollen welche in Luft standen. Jetzt wurden die Versuchsklötzchen trocken gestellt; nach weiteren drei Wochen hatten sie Thyllen gebildet, während Klötzchen, welche 6 Wochen in Wasser gestanden hatten, noch keine Thyllen aufwiesen. Beide Versuche bestätigen das von KLEIN gefundene.

Eine Hypothese, dass Thyllenbildung vielleicht verursacht wird durch Änderungen in dem osmotischen Wert der Markstrahlzellen, wurde näher untersucht. Dazu wurden Stammstückchen von 7 cm nicht in Wasser, sondern in Lösungen von Rohrzucker, Glycerin bzw. KNO_3 verschiedener Molarkonzentrationen gestellt, und nach 15 Tagen bei 25° C auf Thyllen untersucht. Nur die Kontrollen in Luft hatten Thyllen, was eine dritte Bestätigung von dem von KLEIN gefundenen Ergebnis darstellt. Der Anlass zur Thyllenbildung in gefällttem Buchenholz ist also das Vorhandensein von Luft in den Gefässen.

f. Schluss.

Auf Grund obiger Ergebnisse lässt sich über die Massnahmen gegen Thyllenbildung im Buchenholz folgendes aussagen.

Zu der üblichen Winterfällung und dem baldigen Abtransport ist eine rasche Austrocknung des sofort aufgearbeiteten Holzes zu empfehlen. Die besten Massnahmen zur Beschleunigung des Austrocknens wären an Schwellen aus frisch gefälltem Holze zu untersuchen und auszuprobieren. Vom Anstreichen mit antiseptischen Mitteln zur Abwehr von Pilzen ist kein Erfolg zu erwarten.

Wageningen, September 1937.

Laboratorium voor plantkunde.

LITERATUURLIJST

1. BROEKHUIZEN, S., Wondreacties van hout. Diss. Utrecht, 1929.
2. BROOKS, F. T., and G. H. BRENCLEY, New Phytologist XXVIII, 3, 1929, 218.
3. BUB-BODMAR und TILGER, Die Konservierung des Holzes in Theorie und Praxis. Berlin, 1922.
4. CARTWRIGHT, K. ST. G., A satisfactory method of staining fungal mycelium in woodsections. Ann. Bot. 43 (170), 412-413, 1929.
5. EBES, K., Die Methode Gurewitsch zur Bestimmung der Keimfähigkeit ohne Keimprüfung mittels Dinitrobenzeen. Med. L.H.S. 40, 2, 1936, 19-21.
6. GAUMANN, E., Der Stoffhaushalt der Buche im Laufe eines Jahres. Ber. Schw. Bot. Ges. 1935, 157-144. Vorl. Mitt. in Ber. D. Bot. Ges. 53, 1935, 366-377.
7. GUREWITSCH, A., Ueber eine Methode zur Bestimmung der Keimfähigkeit ohne Keimprüfung. Ber. D. Bot. Ges. 53, 1935, 303-317.
8. HEUBEL, G. A., Wondgom en callusvorming bij Thea Assamica. Archief Theecultuur 10, 1936, 63-86.
9. HUBER, B. und SCHMIDT, E., Tharandter Forst. Jahrb. 87, 5, 406.
10. KLEIN, G., Zur Aetiologie der Thyllen. Zeitschr. f. Bot. 15, 1923, 417-439.
11. KNUCHEL, H., Der Einfluss der Fallzeit auf die Eigenschaften des Buchenholzes. Mitt. Schw. Anst. f. d. Forstl. Versuchs XIX, 1935, 137-186.
12. KOSTYTSCHEW-WENT, Lehrbuch der Pflanzenphysiologie, 2e deel. Berlin 1931.
13. LEK, H. A. A. VAN DER, Versuche über den Einfluss von niedrigen Temperaturen auf die Wurzelbildung von Stecklingen. Die Gartenbauwissenschaft VII, 3, 1933, 365-381.
14. LIESE, J., Over de duurzaamheid van met teerolie geïmpregneerde dwarsliggers uit beukenhout (vert. TE WECHSEL). Ned. Boschb. tijdschrift 1934, 5, 146-156.
15. LOHSE, R., Entwurf einer Kritik der Thyllenfrage. Jhrb. der Ph. Fac. der Un. Leipzig f. d. J., 1920, 2e Halbjhrsh. (Referaat).
LOHSE, R., Entwurf einer Kritik der Thyllenfrage mit Ergebnisse eigener Versuche. Bot. Arch. V, 5-6, 1924, 345-380.
16. MAHLKE-TROSCHEL, Handbuch der Holzkonservierung, 2e Aufl., Berlin, 1928.
17. MÖRATH, E., Der Frostkern der Buche. D. Forstwirt 13, 1927, 213-215.

18. MÜNCH, E., Ueber Krankhafte Kernbildung. Nat. Wiss. Zeitschr. VIII, 1910.
19. OLIVIER, S. C. J. et EBES, K., Le m. dinitrobenzène comme indicateur de la respiration des cellules végétales et animales. Rec. d. trav. Chim. d. Pays Bas 55, 1936, 723-726.
20. Rapport van de Commissie voor Onderzoek naar de gebruikswaarde van inlandsch eiken-, beuken- en grenenhout tegenover tropisch hout. 1e deel 1935, 2e deel 1937. Alg. Landsdrukk.
21. ROHDE, T., Die Frostkernfrage. Mitt. aus Forstwirtschaft. u. Forstwissenschaft 1933.
22. SAMITCA, E. R., Notes sur la conservation des traverses en hêtre. Paris 1911.
23. TUSZON, J., Anatomische und mycologische Untersuchungen über die Zersetzung und Konservierung des Rotbuchenholzes. Berlin, 1905.
24. WECHSEL, A. TE, Het Hout. Zutphen, 1923.
25. WENT, JOHANNA C., Tijdschrift over Plantenziekten, Vol. 4, 1937.

PLAAT I

- Fig. 1. Jonge thyllen, tg. — *Junge Thyllen*, tg.
- Fig. 2. Jonge thyllen, rd. — *Junge Thyllen*, rd.
- Fig. 3. Oude thyllen, rd. — *Alte Thyllen*, rd.
- Fig. 4. Gaffel, mediane doorsnede. In de linker tak saffranine-oplossing geperst; deze kleurde van het onderste stuk alleen de linkerhelft.
Gabelast, median durchschnitten. In den linken Seitenast wurde eine Saffraninlösung hineingepresst; dieselbe färbte vom gemeinsamen Teil nur die linke Hälfte.
- Fig. 5. Mediane dsn uit het onderstuk van een gaffel, door welks linker tak water geperst werd. Links geen thyllen, rechts (↓), waar geen water doorgeloeide, thyllen.
Medianer Schnitt durch den gemeinsamen Teil eines Gabels durch, dessen linken Ast Wasser gepresst wurde. Der linken, wasserdurchflossenen Hälfte fehlen die Thyllen, der rechten, lufthaltigen kommen sie vor (↓).

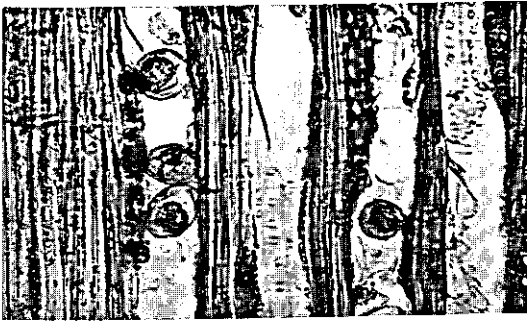


Fig. 1

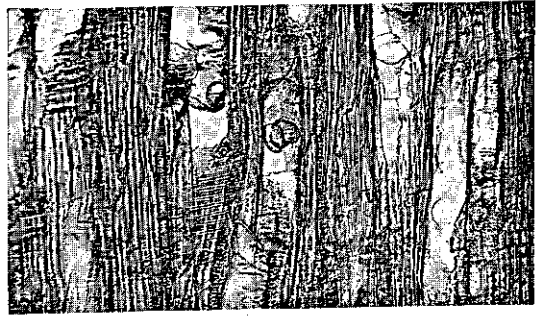


Fig. 2



Fig. 3

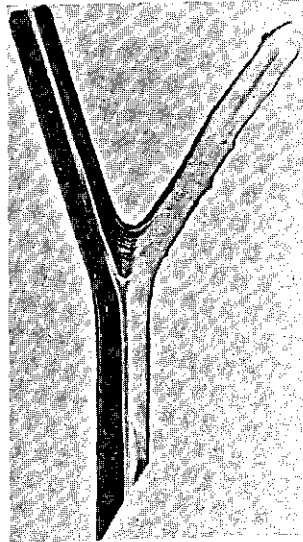


Fig. 4

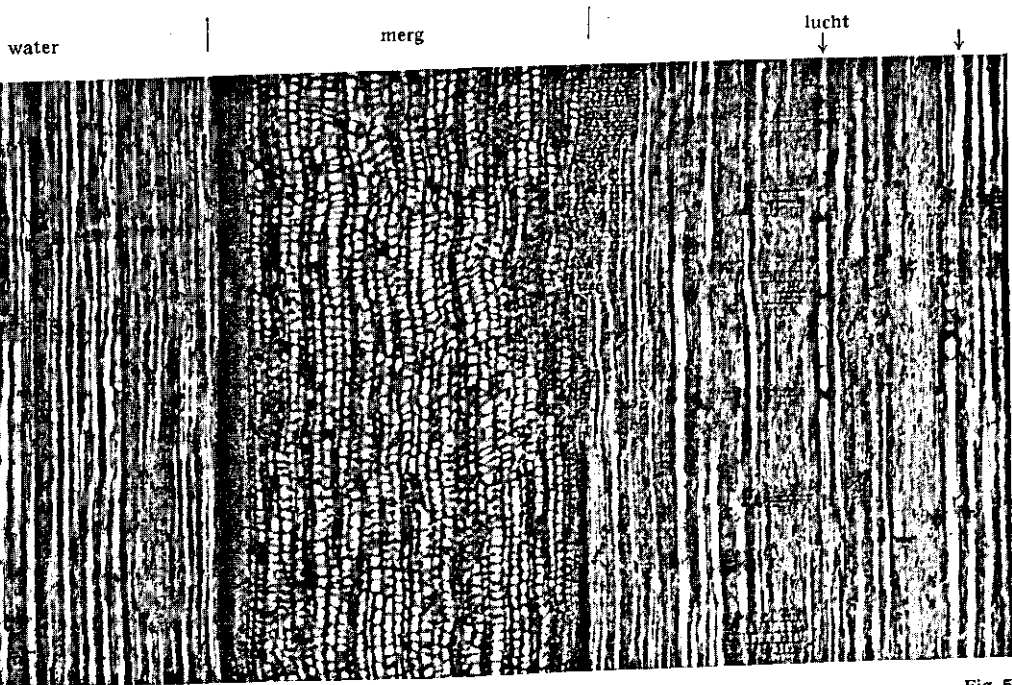


Fig. 5